

VŠB – Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra mechanické technologie

**Studium chemického odstranění nátěru z povrchu  
substrátu**

Study of Chemical Remove Paints from Surface Substrate

Student: Bc. Tomáš Domagala

Vedoucí práce: doc. Ing. Jitka Podjuklová, Csc, prof. h. c.

OSTRAVA 2016

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Tomáš Domagala**  
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství  
Studijní obor: 2303T002 Strojírenská technologie  
Specializace: 20 Strojírenská technologie  
Téma: Studium chemického odstranění nátěrů z povrchu substrátu  
Study of Chemical Remove Paints from Surface Substrate  
Jazyk vypracování: čeština

### Zásady pro vypracování:

1. Proveďte rozbor současného stavu technologie odstraňování nátěrů.
2. Prostudujte vliv rozpouštědlových VOC látek na stabilitu nátěru.
3. Navrhněte metodiku experimentálních prací.
4. Proveďte experimentální práce a zpracujte technickou zprávu.

### Seznam doporučené odborné literatury:

MOHYLA, M.: *Technologie povrchových úprav kovů*. Učební texty VŠB – TU Ostrava, 2006. 3. vydání. 156 s. ISBN 80-248-1217-7.

BROCK, T., GROTEKLAES, M., MISCHKE, P.: *European Coating Handbook*. Vincentz Verlag, Hannover, Germany, 2000. 410 s. ISBN 3-87870-559-X.

ČSN EN ISO 12 944. *Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy*. Český normalizační institut, 1998, 1999, 2008.

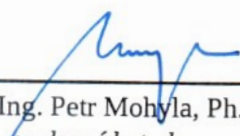
Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Jitka Podjuklová, CSc.**

Datum zadání: 11.12.2015

Datum odevzdání: 16.05.2016



  
doc. Ing. Petr Mohyla, Ph.D.  
vedoucí katedry

  
doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
děkan fakulty

### **Prohlášení studenta**

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

Souhlasím s tím, že s výsledky mé diplomové práce může být naloženo dle uvážení vedoucího diplomové práce jako jejího spoluautora a doporučení vedoucího katedry. V případě publikace výsledků nebo její významné části budu uveden jako spoluautor.

V Ostravě ..... 9.5. 2016 .....

Tomáš Domgala  
.....  
podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- беру на ве́домі, же Высoкá школа ба́нская – Техни́кая универзи́та Острава (да́ле же́н VŠB – TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB – TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB – TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB – TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́домі, же оdevздáні́ем své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě ..... 9.5.2016 .....

.....  
Tomáš Domagala  
.....  
podpis studenta

Jméno a příjmení autora práce:

Bc. Tomáš Domagala

Adresa trvalého pobytu autora práce:

K Hájence 166, Šenov, 739 34



### **Anotace diplomové práce**

DOMAGALA, T. *Studium chemického odstranění nátěru z povrchu substrátu*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2016, 144 s.

Diplomová práce, vedoucí práce doc. Ing. J. Podjuklová, Csc, prof. h. c.

Diplomová práce řeší aktuální problematiku odstraňování nátěrových systémů z povrchu ocelového substrátu. Zejména se jedná o hodnocení kvality odstranění při použití organických odstraňovačů tří typů u čtyř typů nátěrových systémů. Cílem experimentální části práce je určit nejvhodnější odstraňovač s minimálním obsahem VOC látek, s minimálním vlivem na životní prostředí a stanovení optimálního času pro odstranění. Experimentální práce se zabývá odstraňováním nátěrů nových i po určité době životnosti. Z výsledků experimentálních zkoušek vyplývá, že zatím nejsou k dispozici takové odstraňovače nátěrů, které zajistí 100 % odstranění jak nových, tak i starých nátěrů.

### **Annotation of thesis**

DOMAGALA, T. *Study of Chemical Remove Paints from Surface Substrate*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2016, 144 s.

Thesis, head of thesis doc. Ing. J. Podjuklová, Csc, prof. h. c.

This thesis solves current problems of removing paint from the surface of the steel substrate. Especially it is about quality evaluation removal using organic removers three types for four types of coating systems. The aim of the experimental part is to determine the best remover with minimal VOC content, with minimal impact on the environment and determine the optimal time for removal. Experimental work is concerned with removing new paint or paint after a certain lifetime. The results of experimental tests follow that they are not yet available any paint remover, which provide 100% removal of both new and old paint.

## Obsah

<b>SEZNAM POUŽITÉHO ZNAČENÍ .....</b>	<b>9</b>
<b>ÚVOD .....</b>	<b>10</b>
<b>1. TECHNOLOGIE ODSTRAŇOVÁNÍ NÁTĚRU .....</b>	<b>11</b>
<i>1.1. Nátěrový systém .....</i>	<i>11</i>
1.1.1. Význam nátěrového systému .....	11
1.1.2. Rozdělení nátěrových hmot .....	11
1.1.3. Složení nátěrových hmot.....	13
1.1.4. Vodouředitelné nátěrové hmoty .....	14
1.1.5. Vysokosušinnové nátěrové hmoty.....	15
1.1.6. Práškové nátěrové hmoty .....	16
<i>1.2. Způsoby odstraňování nátěru .....</i>	<i>17</i>
<i>1.3. Mechanické způsoby odstraňování nátěru .....</i>	<i>18</i>
1.3.1. Otryskávání .....	18
1.3.2. Principy otryskávání .....	19
1.3.3. Stupně otryskávání .....	20
1.3.4. Broušení .....	21
1.3.5. Kartáčování .....	21
<i>1.4. Odstraňování plamenem a horkým vzduchem .....</i>	<i>21</i>
<i>1.5. Chemické odlakování .....</i>	<i>22</i>
<i>1.6. Chemické odstraňovače .....</i>	<i>22</i>
<i>1.7. Odstraňování pomocí organických rozpouštědel .....</i>	<i>24</i>
<i>1.8. Odstranění starých nátěrů pomocí ultrazvuku .....</i>	<i>24</i>
<b>2. VLIV ROZPOUŠTĚDLOVÝCH VOC LÁTEK NA STABILITU NÁTĚRU.....</b>	<b>26</b>
2.1. Definice VOC látek.....	26
2.2. VOC látky a životní prostředí.....	26
2.3. Rozdělení rozpouštědel.....	27
2.4. Charakteristika nejběžnějších rozpouštědel.....	28
2.5. Funkce rozpouštědel (VOC látek) v nátěrových hmotách.....	31
2.6. Působení rozpouštědel (VOC látek) při rozpouštění a odstraňování nátěru .....	32
<b>3. METODIKA EXPERIMENTÁLNÍCH PRACÍ.....</b>	<b>33</b>
<b>4. UCELENÝ POSTUP EXPERIMENTÁLNÍCH PRACÍ.....</b>	<b>34</b>

<b>5. POPIS POUŽITÝCH MĚŘENÍ A SIMULACÍ .....</b>	<b>38</b>
5.1. Stanovení prachu na povrchu vzorků dle ČSN ISO 8502-3 .....	38
5.2. Měření drsnosti povrchu vzorků dle ČSN ISO 8503 .....	39
5.2.1. Měření drsnoměrem .....	39
5.2.2. $R_a$ – střední aritmetická úchylka profilu .....	39
5.2.3. $R_z$ – největší výška profilu .....	39
5.3. Hodnocení kotvícího profilu .....	40
5.4. Stanovení povrchového napětí pomocí testovacích fixů .....	40
5.4.1. Povrchové napětí .....	40
5.4.2. Měření povrchového napětí .....	41
5.5. Měření tloušťky nátěru .....	42
5.6. Odtrhová zkouška přilnavosti .....	42
5.7. Simulace působení prostředí zkouškou v solné mlze .....	43
5.8. Hodnocení míry odstranění nátěru .....	44
<b>6. EXPERIMENTÁLNÍ PRÁCE .....</b>	<b>45</b>
6.1. Teplotní podmínky v průběhu experimentu .....	45
6.2. Charakteristika vzorků .....	45
6.3. Úprava povrchů vzorků .....	45
6.4. Stanovení čistoty povrchu dle ISO 8501-1 .....	46
6.4.1. Vzorky otryskané korundem .....	46
6.4.2. Hodnocení povrchu u neotryskaných vzorků .....	46
6.5. Hodnocení zaprášení povrchu dle ČSN ISO 8502-3 (samolepící páskou) .....	46
6.6. Měření drsnosti povrchu .....	47
6.7. Měření kotvícího profilu .....	47
6.8. Hodnocení povrchového napětí .....	48
6.9. Nanesení nátěrů .....	48
6.10. Hodnocení tlouštěk nátěrů .....	50
6.11. Hodnocení odtrhových zkoušek přilnavosti nátěru .....	56
6.11.1. Hodnocení odtrhových zkoušek na odtrhové straně po uplynutí 30 dnů od aplikace nátěru .....	56
6.11.2. Hodnocení odtrhových zkoušek přilnavosti nátěru na odtrhové straně po simulaci působení prostředí v solné mlze po dobu 6 h .....	82
6.11.3. Hodnocení odtrhových zkoušek přilnavosti nátěru na odtrhové straně po simulaci působení prostředí v solné mlze po dobu 360 h .....	87

6.11.4. Hodnocení odtrhových zkoušek přilnavosti nátěru na odstraňovací straně po simulaci působení prostředí v solné mlze po dobu 360 h .....	96
6.11.5. Hodnocení odtrhových zkoušek přilnavosti nátěru na odstraňovací straně po působení provozních podmínek výrobního podniku po dobu 1 měsíce .....	100
6.12. Chemické odstranění nátěru.....	105
6.12.1. Hodnocení míry odstranění nátěru u vzorků vystavených působení provozních podmínek výrobního podniku po dobu 1 měsíce .....	105
6.12.2. Hodnocení míry odstranění nátěru po simulaci působení prostředí v solné mlze po dobu 6 h.....	115
6.12.3. Hodnocení míry odstranění nátěru po simulaci působení prostředí v solné mlze po dobu 360 h.....	124
6.12.4. Hodnocení zkoušky úplného odstranění nátěru opakovaným nanesením odstraňovačů na vzorky vystavené působení provozních podmínek výrobního podniku po dobu 1 měsíce.....	131
6.12.5. Hodnocení odstraňovačů.....	135
6.13. Praktické využití odstraňovačů.....	137
6.14. Srovnání mechanického a chemického odstranění nátěru .....	138
6.14.1. Časové hodnocení.....	138
6.14.2. Ekonomické hodnocení.....	138
6.14.3. Hodnocení vlivu VOC látek.....	139
<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>140</b>
<b>PODĚKOVÁNÍ .....</b>	<b>141</b>
<b>POUŽITÁ LITERATURA.....</b>	<b>142</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>145</b>

## SEZNAM POUŽITÉHO ZNAČENÍ

<b>Znak</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>
ČSN	Česká státní norma	
EN	Evropská norma	
ISO	Mezinárodní norma	
Ra	Střední aritmetická odchylka profilu	[ $\mu\text{m}$ ]
Rz	Maximální výška profilu	[ $\mu\text{m}$ ]
Sa	Normalizovaný stupeň přípravy povrchu otryskávání	
St	Ruční nebo mechanizované čištění	

## ÚVOD

Inspirací k tomuto tématu diplomové práce byly současné způsoby odstraňování nátěru u velkorozměrových ocelových výrobků, kdy nepoužívanější úprava odstraňování nátěru je mechanická pomocí otryskávání. Při výrobě rozměrných součástí může být na výrobek aplikováno vedle sebe i několik nátěrových systémů. Při případné vadě, i jen v jednom typu nátěru, je nutné tento nátěr opravit a vyvstává otázka jak nejrychleji z časového a nejlevněji z ekonomického hlediska. Vadný nátěr se v současnosti odstraňuje pomocí otryskávání, kdy je nutné okolí vadného nátěru zakrytovat a dopravit součást do tryskacího boxu, což při rozměrné součásti vede k složité manipulaci a časové náročnosti a tím i k významnému růstu nákladů na výrobek. U těchto velkých součástí je často nutné odstranit i jinak neporušený nátěr na několika malých místech z důvodu zákaznické přejímky. Toto je prováděno opět mechanicky – broušením, což představuje zhoršené pracovní podmínky. Z uvedených důvodů je vhodné najít jinou alternativní metodu pro lokální odstranění nátěru. Jednou z alternativ je chemické odstraňování nátěru pomocí odstraňovače nátěrů.

Tato diplomová práce se skládá ze dvou částí a to teoretické a praktické. V teoretické části jsou popsány vlastnosti používaných nátěrových hmot a chemických odstraňovačů nátěrů. V praktické části je proveden experiment spočívající v chemickém odstranění různých nátěrových systémů, které byly vystaveny různým korozním podmínkám. Jsou zde uvedeny výsledky úspěšnosti chemického odstranění nátěrů a ekonomické zhodnocení.

# 1. TECHNOLOGIE ODSTRAŇOVÁNÍ NÁTĚRU

## 1.1. Nátěrový systém

### 1.1.1. Význam nátěrového systému

Použitím nátěrového systému nejčastěji chráníme ocelové konstrukce před korozním působením prostředí. První nátěrové hmoty byly převážně rozpouštědlové, tyto se používají dodnes, ale vlivem tlaku EU na snižování používání VOC látek a na zvyšující se nároky na nátěrové hmoty se přechází na jiné moderní typy. Využitím vlastností mnoha polymerů můžeme v dnešní době vyrobit nátěrové hmoty i pro speciální použití konkrétních aplikací, jako např. nátěry odolné vysokým teplotám, odolné působení chemikálií, odolnější proti opotřebení třením a šetrnější k životnímu prostředí.

Nátěrem rozumíme hotový povlak z jedné nebo více vrstev zaschlé (nebo teplem vytvrzené) nátěrové hmoty na povrchu předmětu. Nátěry zamezují přístupu vody a agresivních složek, které jsou nejčastějšími příčinami koroze. Nátěry, vyjma povlaků z práškových nátěrových hmot, jsou pórovité. Agresivní složky prostupující nátěrem k povrchu kovu jsou zastavovány antikorozními pigmenty a inhibitory koroze, čímž dochází k zastavení nebo alespoň ke zpomalení průběhu koroze. Práškové nátěrové hmoty vytvoří na povrchu celistvou bezpórovitou vrstvu, která funguje jako bariéra, proto nemusí obsahovat antikorozní pigmenty a inhibitory koroze.

### 1.1.2. Rozdělení nátěrových hmot

Nátěry mohou mít i jinou funkci, než je ochrana před korozí, podle účelu je tedy můžeme rozdělit na:

- *Ochranný* – olejovzdorný, odolný povětrnostním podmínkám, mořské vodě, chemickému prostředí nebo vyšší teplotě.
- *Dekorativní*.
- *Signální* – pro bezpečnostní návěští.
- *Maskovací*.
- *Speciální* – funkční vlastnosti povlaku (např. kluzné vlastnosti teflonu, elektrovedivý nebo světélkující nátěr).

Další rozdělení je možné podle místa použití na:

- *Vnitřní* – nejsou odolné povětrnostním podmínkám, používají se pouze v interiérech.
- *Venkovní* – odolávající povětrnostním podmínkám a slunečnímu záření.
- *Speciální* – chemicky odolné, odolávající vysokým teplotám apod.

Podle pořadí nebo funkce v nátěrovém systému rozlišujeme nátěrové hmoty:

- *Napouštěcí* – nátěrové hmoty určené k napouštění savých materiálů jako je dřevo, beton apod.
- *Základní* – první nátěr aplikovaný na nenatřený nebo nenapuštěný podklad nebo první vrstva obnovovacího nátěru.
- *Vyrovnávací* – nátěrové hmoty určené k vyrovnávání nerovností povrchu, k vytvoření hladkého rovnoměrného povrchu a k zaplnění pórů.
- *Podkladové* – nátěrové hmoty používané jako mezivrstva mezi základním a vrchním nátěrem.
- *Vrchní* – poslední vrstva nátěrového systému, která chrání všechny ostatní vrstvy nátěrového systému.
- *Maskovací* – nátěrové hmoty určené pro maskování převážně ve vojenském průmyslu.

Použijeme-li všechny nátěrové hmoty dle tohoto rozdělení, pak je naneseeme ve stejném pořadí, jak jsou uvedeny.

Podle teploty potřebné k vytvoření filmu dělíme nátěrové hmoty na:

- *Schnoucí na vzduchu* – tedy při běžné pokojové teplotě (cca 20 °C).
- *Vypalovací* – pro vytvoření stabilního jednotného filmu je zapotřebí teplot nad 100 °C.

Podle způsobu tvorby nátěrového filmu známe nátěrové hmoty:

- *Zasychající chemickými pochody* – v nátěru dochází v průběhu zasychání k chemickým pochodům.
- *Zasychající fyzikálními pochody* – v nátěru dochází v průběhu zasychání pouze k odpaření rozpouštědel, na tomto principu fungují lihové, asfaltové, celulózové, chlorkaučukové a polymerové nátěrové hmoty.
- *Zasychající fyzikálněchemickými pochody* – v nátěru dochází po odtěkání rozpouštědel k chemickým reakcím, díky kterým dojde k přeměně tekuté filmotvorné látky na tuhou. Takto zasychají fermeže, olejové, alkydové, rezolové, silikonové, močovinové, melaminové, epoxidové a polyesterové nátěrové hmoty.

Podle filmotvorné složky rozeznáváme nátěrové hmoty:

- *Asfaltové (A).*
- *Polyesterové (B).*
- *Celulózové (C).*
- *Práškové (E).*



- *Chlorkaučukové (H).*
- *Silikonové (K).*
- *Lihové (L).*
- *Olejové (O).*
- *Syntetické (S).*
- *Polyuretanové (U).*
- *Emulzní – vodové (V).*

### 1.1.3. Složení nátěrových hmot

Nátěrové hmoty jsou organické látky různých druhů, které se nanášejí v tekutém, kašovitém nebo práškovém stavu na daný předmět, kde vytvoří povlak s požadovanými vlastnostmi.

Základem každé nátěrové hmoty je filmotvorná složka neboli pojivo. Je to látka, jejímž hlavním úkolem je vytvořit souvislou vrstvu. Filmotvorné složky jsou podle [1] tvořeny:

- *Vysychavými oleji* jako je lněný, konopný, makový, dehydratovaný ricinový aj.
- *Přírodními živicemi* jako je kalafuna, kopal, šelak, jantar aj.
- *Umělými živicemi* jako jsou rezoly, alкиды, epoxidy, vinylové polymery, silikony, akryláty, polystyreny, polyuretany, polyestery aj.
- *Deriváty celulózy* jako je nitrocelulóza, metylcelulóza, etylcelulóza, benzylcelulóza, acetylcelulóza aj.
- *Deriváty kaučuku* jako je chlorkaučuk a cyklokaučuk.
- *Přírodními asfalty, bitumeny a smolami.*

Uvedené filmotvorné látky mají různé fyzikální vlastnosti i různé chemické složení. Pro zajištění optimálních vlastností nátěru je možné filmotvorné látky kombinovat.

Fyzikální vlastnosti nátěrové hmoty jsou také značně ovlivňovány přídavnými látkami. Nátěrové hmoty obsahují v různých poměrech tyto přísady:

- *Těkavé látky (rozpuštědla)* – používají se pro rozpuštění pojiva při výrobě nátěrové hmoty a pro úpravu její viskozity. Nejčastěji se používá benzín, benzen, toluen, alkohol (metanol, etanol aj.), aceton, ester kyseliny octové, glykoéter a terpentýnová silice.
- *Pigmenty* – jsou to prášky organického nebo anorganického původu a práškové kovy (bronze). Pigmenty jsou v nátěrové hmotě nerozpustné, dávají nátěru barevný odstín a kryvost. Některé pigmenty ovlivňují i jiné vlastnosti nátěru, např. snižují stárnutí nebo zvyšují tepelnou a korozní odolnost. V základních nátěrových hmotách najdeme

nejčastěji inhibitorové pigmenty (např. suřík, zinková žlut, kyanamid olovnatý, molybdenany, chromany), které zvyšují ochranný účinek nátěru. Pro výrobu vrchních nátěrů se užívají neutrální pigmenty (např. chroman olovnatý, titaničitan olovnatý, titanová běloba, zinková běloba, oxidy železa). V chemicky odolných ochranných vrchních nátěrech se používají stimulující pigmenty (např. saze a grafit), které jsou chemicky netečné, ale vodivé (v přítomnosti elektrolytu urychlují korozi), takže je nutné zvážit výběr pigmentů vzhledem k danému koroznímu prostředí.

- *Plniva* – jsou přísady významně upravující vlastnosti nátěrové hmoty (např. zabraňuje smrštění filmu po uschnutí). Obvykle se používá mastek, křída nebo těživec ve formě jemného prášku, který je nerozpustný v pojivu.
- *Ostatní aditiva* – sušidla, emulgátory, stabilizátory, zvláčňovadla se používají v nátěrových hmotách obsahujících vysychavé oleje. Úkolem světelných a tepelných stabilizátorů je zpomalení degradačního procesu od působení slunečního záření a zvýšených teplot.

Z hlediska složení lze nátěrové hmoty rozdělit podle obsahu pigmentu na:

- *Transparentní* – bezbarvé laky a fermeže – obsahují pouze pojiva nebo jejich roztoky v organických rozpouštědlech.
- *Pigmentované* – email, tmel a barvy – obsahují barevné pigmenty nebo plniva.

#### 1.1.4. Vodouředitelné nátěrové hmoty

Rozpouštědlové nátěrové hmoty mají významný vliv na znečišťování životního prostředí, proto se hledají cesty, jak jejich používání omezit, zvláště když funkce organických látek v nich obsažených je pouze krátkodobá. Nejen proto se hledají nové materiály a technologie, které jsou šetrnější k životnímu prostředí. Jednou z nových skupin takových materiálů jsou vodouředitelné nátěrové hmoty. Můžeme je rozdělit na dva typy:

- *disperzní materiály,*
- *materiály na bázi pryskyřic rozpustných ve vodě.*

Disperzní nátěry jsou rozšířené především ve stavebnictví, jejich základem jsou polymery jako polyvinylacetát a akrylát. Obsahují velmi malé množství organických rozpouštědel, tvorba povlaku je usnadněna přidáním koalescentů (spojovatelů látek).

Nátěrové hmoty na bázi pryskyřic rozpustných ve vodě se používají ve strojírenství pro povlaky kovů. Jsou vhodné především na tvorbu kvalitních lesklých nátěrů. Vzhledem k tomu, že obsahují větší množství organických rozpouštědel, jsou díky využití dalších

polymerů v kombinaci s vhodnými aditivami pro dosažení optimálních vlastností nahrazovány disperzními.

Požadavky na povrchovou úpravu, zejména odmaštění, před nanesením disperzního nátěru jsou ve srovnání s rozpouštědlovými mnohem vyšší. Vodouředitelné nátěry na špatně odmaštěném povrchu buď povlak vůbec nevytvoří, nebo vytvoří, ale s velmi malou přilnavostí.

Povlak disperzních nátěrů vzniká přibližováním částic při odpařování vody a jejich spojení (slinutím). Nátěr se nesmí aplikovat při teplotě nižší než je udaná minimální filmotvorná teplota, nátěr by pak po zaschnutí šel snadno setřít.

U vodouředitelných nátěrových hmot se při aplikaci na ocelový podklad objevuje jev zvaný „blesková koroze“. V průběhu zasychání dochází ke korozi vodou a projevuje se tvorbou rezavých skvrn při nanášení převážně světlých odstínů. Tento jev je nutné potlačit a proto je nutné přidávat do nátěrů inhibitory koroze.

#### **1.1.5. Vysokосушінové nátěrové hmoty**

Vysokосушінové nátěrové hmoty se vyznačují nízkým obsahem těkavých organických látek, čímž jsou šetrnější k životnímu prostředí a jsou schopné nanášení (aplikace) při vysokém obsahu netěkavých látek (cca 70% hmotnosti). [17]

Vysokосушінové nátěrové hmoty mají poněkud odlišné chování v porovnání s klasickými rozpouštědlovými. Je třeba striktně dodržovat doporučenou tloušťku nátěrového filmu. Rozdíl při aplikaci vysokосушінových a nízkосушінových nátěrů je ten, že u vysokосушінových (díky vyšší objemové sušině) docílujeme při nanesení stejné tloušťky mokrého nátěrového filmu vyšší tloušťky suchého nátěrového filmu. Z tohoto důvodu je třeba u vysokосушінových dbát na důkladné roztírání nátěru při aplikaci štětcem a válečkem a důsledně měřit mokré vrstvy při aplikaci stříkem, aby nedošlo k nanesení vyšší než doporučené tloušťky suchého nátěrového filmu. [17]

Vysokосушінové nátěrové hmoty mají v porovnání s klasickými typy obdobné jak fyzikální vlastnosti, tak i obdobné odolnosti nátěrového filmu. Při aplikaci vysokých tlouštěk nátěrového filmu však může docházet k vrásnění filmu a zejména pak k značnému prodloužení doby zasychání a doby protvrdání nátěrového filmu. [17]

### 1.1.6. Práškové nátěrové hmoty

Práškové barvy mají podobu suché práškové směsi složené z pryskyřic (polyestery, epoxidy a epoxi-polyestery), pigmentů, a dalších aditiv, která jim dodávají požadované vlastnosti. Barvy jsou dodávány v rozmanité škále barevných odstínů s různými stupni lesku a texturami povrchu. Jsou určeny pro nanášení a ochranu předmětů pro venkovní použití i použití v interiérech. [15]

Při výrobě, na rozdíl od tekutých nátěrových hmot, kde dochází ke smísení a vzájemné reakci jednotlivých složek v roztoku vody nebo rozpouštědla, jsou jednotlivé složky práškových barev smíchávány v tavenině. Ta je pak vytlačována výrobním zařízením na chladicí válce a po zchladnutí mleta ve speciálních mlýnech na požadovanou hrubost částic práškové hmoty. Tato výsledná hmota je konečným výrobním produktem – práškovou barvou. [15]

#### Rozdělení a charakteristika práškových nátěrových hmot podle nosičů

Běžně rozšířenými a masově používanými práškovými barvami jsou termosety. Podle nosičů je dělíme na tyto základní typy:

- *Epoxidové* – určené výhradně pro použití v interiéru. Velmi dobře odolávají korozi a některým chemickým látkám.
- *Epoxipolyesterové* – tzv. hybridní, nebo též zlidověle „mixy“, jsou dnes nejvíce používanými práškovými barvami. Jsou určeny především do vnitřního prostředí, ale lze je používat i na výrobky krátkodobě vystavované povětrnostním vlivům.
- *Polyesterové* – jsou určeny především k použití v exteriéru pro vysokou odolnost proti UV záření a ostatním povětrnostním vlivům.
- *Polyuretanové* – jsou velmi odolné vůči povětrnostním vlivům. Transparentní polyuretanové práškové laky vykazují vysokou čírost.
- *Akrylátové* – je možné používat i pro použití do exteriéru, jejich silnou stránkou je mj. jejich vysoká odolnost vůči chemickým látkám. [15]

#### Aplikace práškových nátěrových hmot

Prášková barva se pro aplikaci ničím neředí, ani se v žádné tekutině nerozpouští. Nanáší se na vhodně předupravený podklad, který je zbavený všech chemických a mechanických nečistot. [15]

V aplikačním zařízení je prášková barva smísená s tlakovým vzduchem a hnána ze zásobníku hadicí do aplikační pistole a z ní stříkána na výrobek. Aby nanesený prášek na

výrobku ulpěl, je mu v aplikačním zařízení dodána elektrostatická energie, která způsobuje přitahování jeho částic ke stříkanému výrobku a následné ulpění na něm. Říká se, že prášek je v aplikačním zařízení „nabíjen“. Toto „nabití“ je zajišťováno dvěma základními způsoby: třením o vnitřní stěny speciální aplikační pistole, které jsou vyrobeny z teflonu (tzv. tribo) nebo získáním náboje pomocí elektrody vysokého napětí, umístěné u ústí aplikační pistole (tzv. korona nebo statika). Následně se vytvrdí ve vytvrzovací peci. Po vytvrzení je výrobek z pece vyjmut a po zchladnutí je ihned připraven k montáži, kompletaci, případně k zabalení a expedici. [15]

Práškové barvy jsou jednovrstvým nátěrovým systémem, který nevyžaduje použití základních nátěrů a po nanesení nevyžaduje žádné následné schnutí. Tato vlastnost umožňuje dosahovat poměrně vysoké produktivity práce a při optimálním zvládnutí technologie aplikace i ekonomické úspory. [15]

Práškové technologie nepoužívají rozpouštědla, a tak je možné docílit dobrých ekologických podmínek provozu a ekologických parametrů vlastností konečného povlaku v porovnání s použitím většiny běžných tekutých nátěrových hmot. Je-li prášková nátěrová hmota nanášena v aplikačním zařízení s technologií s možností recirkulace prášku, je odpad z aplikace minimální. Zbylou práškovou barvu (odpad z prostříku) lze za určitých podmínek regenerovat a poté opět použít. [15]

## **1.2. Způsoby odstraňování nátěru**

Zbytky (starých) nátěrů lze odstranit těmito cestami:

- *mechanicky* (broušením, kartáčováním nebo otryskáváním),
- *plamenem a horkým vzduchem*,
- *chemicky (mořením)*,
- *odstraňovačem starých nátěrů*,
- *pomocí organických rozpouštědel*,
- *pomocí ultrazvuku*.

### 1.3. Mechanické způsoby odstraňování nátěru

Mechanickými způsoby lze nejen odstranit starý nátěr, ale splnit i další úkoly, jako je:

- vytvoření podmínek pro zakotvení nového povlaku,
- zlepšení mechanických vlastností povrchu (pevnost, mez únavy),
- požadavek na vzhled,
- zvýšení protikorozi odolnosti.

Starý nátěr můžeme odstranit otryskáváním, broušením nebo kartáčováním.

#### 1.3.1. Otryskávání

Je to metoda, při které se tryskací materiál vrhá velkou rychlostí proti povrchu součásti. Charakter je dán hlavně tvarem použitého zrna tryskacího materiálu. Krom tvaru hraje důležitou roli také tvrdost, zrnitost, druh vrhacího materiálu a váha zrna. Účinek otryskávání je dán režimem, rychlostí vrhu zrna, úhlem otryskávání, tvrdostí a jakostí substrátu. Otryskávání způsobí na povrchu plastickou deformaci povrchové vrstvy, tím vzniká na povrchu součásti vysoké tlakové napětí, které je v rovnováze s vnitřním tahovým napětím. Otryskáváním dojde i ke zpevnění povrchu materiálu a k topografickým změnám. Těchto vlivů se využívá ke zpevnění součástí, hlavně u ložisek, ozubených kol, lopatek atd. Otryskáváním se zbavíme i okují, rzi a starých nátěrů. Při otryskávání kulatým tvarem zrna dochází k zarážení nečistot do povrchu materiálu. Naopak ostrý tvar zrna se zařezává do povrchu materiálu. Po otryskávání je povrch drsný, pokrytý malými krátery. Druh otryskávacího materiálu se volí podle druhu upravovaného povrchu, velikosti znečištění a tloušťky stěn tryskaného materiálu. Výkon se dá regulovat druhem zrna, velikostí zrna, tlakem, úhlem, vzdáleností a velikostí trysek. Podle typu otryskávacího materiálu (abraziva) může dojít k ulpění otěru abraziva na povrchu čistého materiálu, což může mít za následek zhoršení přilnavosti povlaku. Z tohoto důvodu je vhodné použít chemicky stálá abrasiva. Otryskaný povrch má být bezprostředně ochráněn ochranným povlakem. [5]

##### Používané tryskací materiály (abraziva):

Balotina, korund, ocelová drť, ocelový granulát, litinová drť, litinový granulát, zirblast, ferrosad, plastické abrazivo, křemičitý písek, brusiva, sekany drát, skleněné kuličky a mnoho dalších.

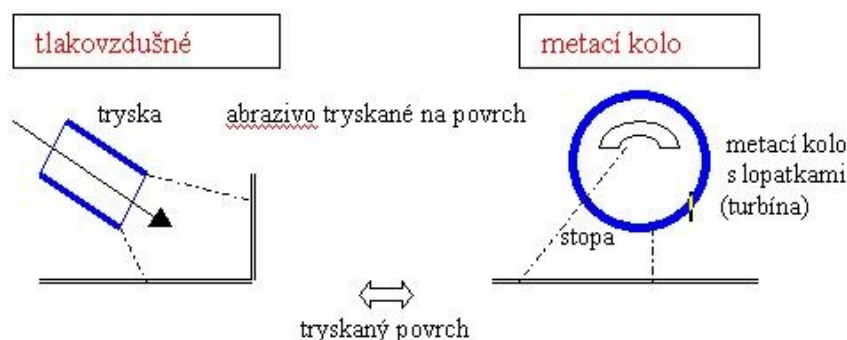
Balotina se používá pro jemné otryskávání, leštění nerezových dílů a pro finální úpravy materiálu. Korund se používá při čištění ocelolitiny nebo šedé litiny, při odstraňování otřepů u zušlechtné oceli, při zpracování dřeva a plastické hmoty,

k odrezování, zdrsňení, rytí, matování, strukturování. Ocelová drť se používá ve třech různých tvrdostech pro čištění a úpravu povrchů. Ocelový granulát je optimální pro většinu aplikací využívajících otryskávání pomocí metacích kol. Litinová drť se používá pro otryskávání povrchů při odstraňování koroze, starých nátěrů, čištění odlitků, hutních materiálů, na otryskávání kamene nebo při řezání kamene. Zirblast je keramické abrazivo doporučené pro použití na čištění licích forem, shot peenig, vhodné k ošetření povrchů (očištění, konečná úprava hladkého povrchu, odstranění otřepů, omílání, leštění), odstranění barev, laků. [5]

### 1.3.2. Principy otryskávání

Otryskávání lze rozdělit na:

- *Tlakovzdušné otryskávání* abrazivního materiálu pod tlakem na čištěný povrch. Dle způsobu použití se dělí na injektorový a tlakový. Rozdíl mezi nimi je cca 300%.
- *Otryskávání metacími koly* – abrazivo je vrháno lopatkami metacích kol v uzavřené kabině.



**Obr. 1 Principy otryskávání [16]**

#### Injektorové tlakovzdušné otryskávání

Pracuje na jednoduchém principu přisávání abrazivního materiálu ve vzduchově uzavřené komoře. V tryskací pistoli je vsazená vzduchová tryska, do které je abrazivo vedeno pod tlakem hadicí, ze které je pak tryskáno na povrch. Tento způsob je nejrozšířenější v tryskacích kabinách, nebo jen tryskací pistole na volné otryskávání. Velikost trysky a tlak vzduchu rozhoduje o intenzitě otryskávání. Vhodnými abrazivy jsou korund nebo balotina. Dnes je otryskávání doplněno o odsávání, kdy odsávací tryska je pevně dotlačena na povrchu, aby abrazivo neunikalo do prostoru. V hadici se dělí na abrazivo, které se vrací zpět a prach, který putuje do zásobníku. Na tato zařízení lze říct, že s odsáváním snižují výkon otryskávání (i o 50%). Proto je doporučeno při nákupu odzkoušet tryskací výkon na daném povrchu. [16]

### Tlakové tlakovzdušné otryskávání

Jedná se o systém užívaný u mobilních tlakových jednotek, ale i u tryskacích boxů nebo kabin. Abrazivo je v uzavřené tlakové nádobě a je pod tlakem přes regulační ventil vháněno do hadice s tryskou, kde je tok abraziva ještě urychlen tvarem trysky „Venturiho trubice“. Vše zajišťuje pneumatický systém s ovládáním z místa otryskávání. Rychlost abraziva je u ústí trysky  $43 \text{ m.s}^{-1}$ . U tlakového systému se používají těžší abraziva, např. ocelová a litinová drť, korund, struska atd. [16]

### Otryskávání metacími koly

U mechanického otryskávání se využívá energie rotujícího metacího kola. Na vnitřní část rotujících lopatek se přivádí abrazivo, které je unášeno vlivem odstředivé síly k tryskanému předmětu. Používají se abraziva jako ocelový granulát, litinová drť (značné opotřebení lopatek). Jde o velice výkonná zařízení, hospodárnější oproti pneumatickým tryskáčům. Nelze dokonale řídit směr abraziva. Metací kola jsou konstruovaná na dvě či více lopatek. Pro složité tvary je vhodné použití více metacích kol s různorodým nastavením. [16]

### 1.3.3. Stupně otryskávání

Příprava povrchu otryskáváním se označuje písmeny „Sa“. Nejčastěji se volí stupeň otryskávání Sa 2,5.

**Tab. 1 Stupně čistoty dle ISO 8501-1 [3]**

<b>Sa 1</b>	<b>Lehké otryskávání</b>	Při prohlížení bez zvětšení musí být povrch prostý viditelných olejů, mastnoty a nečistot, málo přilnavých okují, rzi, nátěrů a cizích látek.
<b>Sa 2</b>	<b>Důkladné otryskávání</b>	Při prohlížení bez zvětšení musí být povrch prostý viditelných olejů, mastnoty a nečistot, bez většiny okují, rzi, nátěrů a cizích látek. Všechny zbylé nečistoty musí být pevně přilnavé.
<b>Sa 2 ½</b>	<b>Velmi důkladné otryskávání</b>	Při prohlížení bez zvětšení musí být povrch prostý viditelných olejů, mastnoty a nečistot, okují, rzi, nátěrů a cizích látek. Všechny zbylé stopy nečistot musí vykazovat pouze lehké zabarvení ve formě skvrn nebo pruhů.
<b>Sa 3</b>	<b>Otryskávání až na vizuálně čistý povrch</b>	Při prohlížení bez zvětšení musí být povrch prostý viditelných olejů, mastnoty a nečistot, okují, rzi, nátěrů a cizích látek. Povrch musí mít jednotný kovový vzhled.



### 1.3.4. Broušení

Brousit můžeme jak kotouči, tak pásy, na kterých jsou nalepeny brusné částice. Začíná se brousit kotouči nebo pásy s hrubými zrny brusiva a postupuje se k jemnější zrnitosti brusiva. Broušení se používá hlavně pro dosažení lesku (následuje kartáčování a leštění) nebo pro následující povlak. Zrnitost poslední operace je závislá na následující operaci. [5]

### 1.3.5. Kartáčování

- *Pro odstranění hrubých nečistot (rzi, starých nátěrů), volí se kartáče s ocelovými dráty. Pro matový povrch se volí kartáče s jemnými dráty (mosazné).*
- *Pro zjemnění povrchu před leštěním nebo k dosažení stejnoměrného vzhledu. Volí se kartáče s přírodními nebo umělými vlákny (fibr, silon, žíně), které se mažou brusnými pastami.* [5]

**Tab. 2 Stupně čistoty dle ISO 8501-1 [3]**

<b>St 2</b>	<b>Důkladné ruční a mechanizované čištění</b>	Při prohlížení bez zvětšení musí být povrch prostý viditelných olejů, mastnoty a nečistot, málo přilnavých okují, rzi, nátěrů a cizích látek.
<b>St 3</b>	<b>Velmi důkladné ruční a mechanizované čištění</b>	Jako u St 2, ale povrch musí být očištěn mnohem důkladněji, aby získal kovový odstín daný podkladem.

### 1.4. Odstraňování plamenem a horkým vzduchem

Přímým opalováním plamenem se nátěr ohřívá na teplotu, kdy nátěr měkne, a lze ho lehce mechanicky odstranit. Jelikož odstranění barvy není nikdy úplně dokonalé, je potřeba dalších mechanických dočištění, broušením kartáčováním a podobně. Nelze opalovat výrobky, u kterých hrozí deformace, či např. rozletování spojů. Vyšší teplotou a delším působením dojde k pyrolýze (tepelnému rozkladu) tedy spálení vrstvy organického nátěru, která se provádí ve speciálních pecích. Oba způsoby jsou často užívány při odlakovávání závěsů na lakování výrobků. [18]

Horkým vzduchem tedy zařízením podobným fěnu, kde teplota vzduchu nepřesahuje 500°C se eliminují všechny nedostatky opalování plamenem, a užívá se často k odstraňování nátěrů ze dřevěných oken, kde nezpůsobuje na rozdíl od přímého plamene doutnání podkladu, dosahuje lepších výsledků. [18]

### 1.5. Chemické odlakování

Chemické odlakování je odstraňování starého nátěru z povrchu kovochemickým způsobem a je vhodné především pro díly citlivé na teplo a pomocné přípravky pro odlakování. Předměty se ponoří na 3 až 12 hodin do ohřátých kyselinových lázní. Po vyjmutí z lázně se odstraní zbytky laku vysokotlakou vodou a nanese pasivace na ochranu povrchu předmětů. Lázně mohou být alkalické, organické nebo kyselé.

- *Alkalické lázně* se používají pro odlakování nátěrů na různých ocelových dílcích a přípravcích používaných např. v lakovnách, pro odstranění nátěrů na plastech, dřevě, mosazi, mědi, litině. Teplota lázně se nastavuje v rozmezí 75 až 95 °C.
- *Kyselé lázně* se používají se pro odlakování předmětů z hliníku, zinku, různých slitin hliníku i pozinkovaných dílů, někdy i oceli. Teplota lázně se nastavuje v rozmezí 80 až 85 °C.
- *Organické lázně* se používají na jemné, exklusivní odlakování nátěrů na různých hliníkových slitinách, hliníku, pozinkovaných dílech, hliníkových dílech v kombinaci s ocelovými, lze odlakovat i ocelové. Teplota lázně se nastavuje v rozmezí 80 až 150 °C.

#### Nejpoužívanější kyseliny:

- kyselina sírová – koncentrace 77 až 98 %,
- kyselina solná – koncentrace nejméně 31 %,
- kyselina fosforečná – koncentrace do 40%,
- kyselina dusičná – koncentrace do 50 %,
- kyselina fluorovodíková – koncentrace do 70 %.

Pro odstranění starých nátěrů lze použít i 5–8% louh, čili hydroxid sodný (NaOH). Obvykle se postupuje tak, že se tablety rozpustí ve vodě (např. 30 g v 0,5 l), která se při reakci zahřeje. Ještě teplým roztokem se potrou potřebné plochy nebo se předmět do roztoku ponoří a nechá působit. Poté se barvy odstraní kartáčem a tlakem vody.

### 1.6. Chemické odstraňovače

Chemické odstraňovače starých nátěrů jsou směsi organických rozpouštědel. Používají se na odstraňování starých vrstev olejových, alkydových, disperzních, epoxidových, polyuretanových, latexových, syntetických, nitrocelulóзовých a dvousložkových nátěrů

obvykle při opravách lokálních i rozsáhlejších defektů ochranného nátěru železných konstrukcí, zejména velkých, které nelze vložit do lázně ani do čističky.

Nanášejí se obvykle pomocí jemného štětce s dlouhým vlasem na starou vrstvu nátěru, a to ve vrstvě 1 až 2 mm. Nátěr nanášíme nejlépe při pokojových teplotách (15 až 25 °C) a necháváme působit při stejné teplotě min. 15 minut. Většina starých nátěrů je narušena do 30 minut od nanesení. V některých případech (např. u polyuretanových a epoxidových barev) může být doba působení prodloužena i až na 2 hodiny, případně může být potřeba zopakovat nanesení odstraňovače. Doba působení závisí nejen na typu starého nátěru, ale i na jeho stáří a počtu vrstev a teplotě. Při nižších teplotách a velmi starých nátěrech se doba působení prodlužuje.



**Obr. 2 Odstraňování nátěru - nabobtnalý starý nátěr a jeho odstraňování škrabkou [21]**

Při nanášení odstraňovače pracujeme rychle a do již nanesené vrstvy nezasahujeme, neboť bychom narušili proces působení odstraňovače, díky němuž dochází k změkčování a bobtnání starého nátěru, čímž se začne oddělovat od podkladu. Poté je možné jej odstranit ocelovou škrabkou nebo špachtlí. Po odstranění původního nátěru je nutné před aplikací nového nátěru povrch důkladně odmastit (benzín, nitroředidlo, aceton apod.) a následně je vhodné povrch lehce přebrousit.

Odstraňovače jsou vyráběny v konzistenci gelu, je tedy možné jej bezproblémově aplikovat i na svislé povrchy. Nejlépe je pracovat s nimi venku nebo v dobře větraných místnostech, a je samozřejmě zakázáno při práci používat otevřený oheň. Odstraňovače mohou narušovat některé plastové součásti.

### **1.7. Odstraňování pomocí organických rozpouštědel**

Barvy zasychající jen odpařením rozpouštědla (nitrocelulóзовé, lihové, chlorkaučkové, ...) lze odstranit pouhým ponořením do patřičného rozpouštědla. Chemicky síťované barvy (epoxidy, polyestery, MIX, polyuretany, alkydy, ...) jsou rozpustné ve speciálních rozpouštědlech, většinou vyšších alifatických nebo aromatických uhlovodících. Rychlost měknutí barvy pak závisí na typu pojiva barvy, vrstvě, teplotě rozpouštědla, a zbytky barvy lze pak odstranit např. škrabkou. [18]

### **1.8. Odstranění starých nátěrů pomocí ultrazvuku**

Ultrazvuk dokáže vyčistit předměty neagresivním způsobem, bez jejich poškození a také velmi členité předměty, jejichž čištění standardními metodami, by bylo velmi obtížné, ev. by bylo nutné použít velmi agresivní chemikálie. Mezi nečistoty, které je schopná ultrazvuková čistička zpracovat patří prach, špína, olej, barviva, mastnota, leštící látky, otisky prstů, částičky vosku a separační činidla, biologické materiály, jako je krev a tak dále.

Jedná se o kovovou nádrž z nerezové oceli, která má na dně nebo na bocích upevněny piezo keramické prvky. Tyto piezo prvky mají jedinečnou vlastnost změnit velikost téměř okamžitě po vybuzení elektrickým signálem. Po vybuzení zvětší piezo prvky svoji velikost a způsobí nepatrné vychýlení dna, nebo boční části nádrže. Vychýlení způsobí kompresní vlnu kapaliny v nádrži. Při využití elektrického generátoru, který vytváří velmi rychlé pulzy na kmitočtu 20kHz až 250kHz a který plní funkci budiče piezo elementů vestavěných v ultrazvukové čističce, se dosáhne toho, že kapalina ve vaně bude střídavě zhušťovaná a rozpínaná a to ve velmi rychlém sledu. Vzhledem k tomu, že kmitočet běžných ultrazvukových čističek se pohybuje okolo 40kHz, bude těchto změn 40 000 za jednu sekundu. Při rozpínání kapaliny dochází ke vzniku miniaturních vakuových „bublin“. Následně dochází ke zhroucení těchto „bublin“ s efektem subminiaturního „výbuchu“, při kterém se uvolní teplota až +5000 °C a proud plazmy, který má vliv na jakýkoli předmět umístěný v nádrži. V každém okamžiku jsou vytvářeny miliony těchto okem nepostřehnutelných „bublin“, které téměř okamžitě zanikají. Bubliny mj. implodují i na povrchu čištěných předmětů a tím z nich odstraňují špínu a mastnotu. Přidáním saponátu, nebo speciálního chemického roztoku, je možné dosáhnout vyšší účinnosti čištění. Zahřátí kapaliny v nádrži ultrazvukové čističky také výrazně přispívá k vyššímu efektu čištění. Zahřátá voda totiž obsahuje daleko méně vzduchu, resp. vzduchových bublin, které reagují s vytvářenými vakuovými bublinami. Čím méně tedy čistící kapalina

obsahuje vzduchu, tím je také čistící efekt lepší a čistička vykazuje lepší výsledky. Max. teplota čistící kapaliny, je na úrovni 80% teploty varu kapaliny. Pokud je čistící kapalinou voda, je max. teplota +80 °C. Optimální teplota při čištění je obvykle 50 – 65 °C. Čištěné předměty se nesmí pokládat přímo na dno vany, ale do čistícího koše.

Frekvence od 20kHz do 40kHz se využívají pro robustní čištění věcí, jako jsou bloky motorů, velké kovové odlitky, nebo velmi mastné předměty. Frekvence od 35kHz do 70kHz se využívá pro všechny běžné čištění, jako je čištění strojních částí, optiky, plošných spojů, domácích předmětů, mincí, šperků apod., tato frekvence je velmi dobrá pro odstranění malých částic nečistot. Frekvence od 70kHz do 200kHz se využívá pro čištění velmi jemné optiky a předmětů, které obsahují dutiny o velmi malém průměru.

Pro běžné čištění je zcela dostačující délka cyklu 20 minut. V rámci standardního čištění předmětů se jako čistící kapalina používá zpravidla voda se saponátem, ev. roztok běžné jedlé sody ve vodě. Pokud je nutné hlubší čištění, je možné využít roztok vody s octem, nebo s kyselinou citrónovou. Pro odstraňování barev se používá prostředek na odstraňování barev, zpravidla neředěný.

## 2. VLIV ROZPOUŠTĚDLOVÝCH VOC LÁTEK NA STABILITU NÁTĚRU

### 2.1. Definice VOC látek

VOC je zkratka z anglického Volatile Organic Compounds, neboli těkavé organické látky. Je to skupina těkavých organických sloučenin a jejich směsí s podobnou mírou působení na zdraví lidí, zvířat a na životní prostředí. Z hlediska zákona 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší je těkavou organickou látkou jakákoli organická sloučenina nebo směs organických sloučenin, s výjimkou metanu, která při teplotě 20 °C (293,15 K) má tlak par 0,01 kPa nebo více nebo má odpovídající těkavost za konkrétních podmínek jejího použití, a která může v průběhu své přítomnosti v ovzduší reagovat za spolupůsobení slunečního záření s oxidy dusíku za vzniku fotochemických oxidantů. (zákon 86/2002 Sb.) Definici VOC splňuje většina alkanů a alkenů o nižším počtu uhlíků než 12, aromátů s 10 a méně uhlíkovými atomy, alkoholů s 6 a méně uhlíkovými atomy, aldehydů a ketonů s 8 a méně uhlíkovými atomy, etherů s 9 a méně uhlíkovými atomy a řada dalších organických sloučenin. [19]

Mezi nejrozšířenější VOC látky patří pohonné hmoty (automobilové benzíny), dále rozpouštědla používaná v nátěrových hmotách (tmely, ředidla, barvy, laky) a v kosmetice (bytová, automobilová, osobní), ale nalézt je lze i v dalších oborech lidské činnosti. Používají se v zemědělství, lesnictví, jsou v lepidlech, čistících a odmašťovacích přípravcích a mnoha jiných látkách denní potřeby. [19]

### 2.2. VOC látky a životní prostředí

VOC látky obsažené v nátěrových hmotách se uvolňují nejen v průběhu aplikace nátěrového systému do ovzduší, ale i v průběhu života do půdy a povrchových vod. VOC látky v ovzduší podporují vznik přízemního ozonu, který ničí lesy, vegetaci a poškozuje lidské zdraví. Některé složky VOC látek ohrožují ochrannou vrstvu výškového stratosférického ozonu, která redukuje množství na zemský povrch dopadajícího UV záření, a tím podporují vytváření skleníkového efektu. VOC mohou mít dráždivý účinek na sliznice (oči, dýchací ústrojí). Ve vyšších koncentracích, které se ve volném ovzduší normálně nevyskytují, je znám jejich narkotický účinek. Nebezpečné pro zdraví může být i jejich chronické působení v nízkých koncentracích. [19]

Česká republika se připojila k úmluvě Evropské unie, kterou je dán trend snižování obsahu VOC látek v nátěrových systémech, a tím i trend snižování emisí těchto látek do ovzduší. Novelizace Směrnice Evropského parlamentu a Rady Evropské unie 2004/42/ES ze dne 21. dubna 2004 určuje maximálně přípustné obsahy VOC látek v nátěrových hmotách. Výrobci nátěrových systémů se podle výše uvedené směrnice řídí a snaží se vyvíjet takové nátěrové systémy, které budou obsahovat co nejmenší množství těchto látek. Zaměřují se na vývoj vodou ředitelných nátěrů, které mají podobné či lepší vlastnosti, než nátěrové systémy s organickými rozpouštědly. I vodou ředitelné nátěrové systémy obsahují VOC látky, jejich obsah je ale asi třetinový v porovnání s ostatními nátěrovými systémy.[5]

### 2.3. Rozdělení rozpouštědel

Rozpouštědla jsou kapalné organické sloučeniny, schopné rozpouštět oleje, tuky, vosky, kaučuk a přírodní pryskyřice i syntetické vysokomolekulární hmoty, tj. látky, které jsou obvykle nerozpustné ve vodě. Při rozpouštění uvedených látek v organických rozpouštědlech se jejich chemické vlastnosti nemění. Stupeň rozpuštění závisí na povaze rozpouštěné látky, na vlastnostech rozpouštědla a na podmínkách rozpouštění (koncentrace, teplota), předem je určován nasyceností, tj. maximální rozpustností anorganické látky. [20]

Rozdělení rozpouštědel je možné z několika hledisek. Podle vlastní rozpouštěcí schopnosti jsou rozpouštědla dělena na:

- *Pravá rozpouštědla* – jsou schopna dokonale rozpouštět vysokomolekulární látky. Měřítkem rozpouštěcí schopnosti pravých rozpouštědel je viskozita roztoku. Čím je viskozita roztoku menší, tím je větší rozpouštěcí schopnost rozpouštědla. [20]
- *Nepravá rozpouštědla* – jsou schopna rozpouštět vysokomolekulární látky jen za přítomnosti pravého rozpouštědla. Zvětšují bobtnavost a rozptýlení makromolekul, které jsou důležité pro přípravu nátěrových hmot. Vhodná nepravá rozpouštědla snižují viskozitu nátěrových hmot nebo upravují ji na předepsanou hodnotu. Nepravá rozpouštědla se musí kombinovat s pravými rozpouštědly majícími vyšší bod varu, menší odpařivost a menší tenzi par, aby se při zasychání nejdříve odpařilo nepravé rozpouštědlo a aby se složky nátěrového filmu nevyloučily (nevysrazily). Měřítkem rozpouštěcí schopnosti nepravých rozpouštědel je ředitelnost. Zkoušené nepravé rozpouštědlo se přidává do roztoku vysokomolekulární látky v pravém rozpouštědle, čím více lze přidat nepravého rozpouštědla do tohoto roztoku, aniž se začne rozpuštěná látka vylučovat, tím vyšší je ředitelnost nepravým rozpouštědlem. [20]

Nejčastěji bývá rozdělení rozpouštědel podle chemického složení na:

- *Uhlovodíky* – *alifatické* – např. *benzín a petrolej*,  
                   – *aromatické* – např. *toluen a benzen*,  
                   – *hydrogenové* – např. *cyklohexan*,  
                   – *terpenové* – např. *silice*,  
                   – *nitrované (nitroparafíny)*,  
                   – *chlorované* – např. *chloroform, chlorbenzen*.
- *Alkoholy a glykoly* – např. *metanol, etanol a polyglykol*.
- *Étery* – např. *glykoéter*.
- *Ketony* – např. *aceton*.
- *Estery* – např. *butylacetát*.
- *Směsná rozpouštědla*.

Podle odpařivosti lze rozdělit rozpouštědla na:

- *Rozpouštědla snadno těkavá*.
- *Rozpouštědla středně těkavá*.
- *Rozpouštědla pomalu těkavá*.

Podle bodu varu lze rozdělit rozpouštědla na:

- *Lehká rozpouštědla* s bodem varu do 100 °C.
- *Střední rozpouštědla* s bodem varu od 100 °C do 150 °C.
- *Těžká rozpouštědla* s bodem varu od 150 °C do 200 °C.

## 2.4. Charakteristika nejběžnějších rozpouštědel

### Aceton ( $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ )

Je to bezbarvá kapalina charakteristické vůně, nejedovatá, dokonale mísitelná s vodou. Mísí se také s jinými organickými rozpouštědly. Je to všestranné rozpouštědlo s rychlou odpařivostí a poměrně nízkou cenou. Je to základní surovina pro výrobu chloroformu, vitamínu C, některých plastických hmot a pryskyřic. Používá se také do přípravků pro odstraňování starých nátěrů, k odstraňování mastících olejů a při čištění extrakcí chemických sloučenin. [20]

Aceton nepatří k příliš silným jedům, výpary v malé koncentraci způsobují pouze bolesti hlavy, ve větší koncentraci (nad 40mg/l) při vdechování déle než několik minut je velmi jedovatý, způsobuje akutní podráždění dýchacího ústrojí a očí. [20]



### Benzen ( $C_6H_6$ )

Je to bezbarvá snadnotěkající kapalina aromatického zápachu, dokonale mísitelná s většinou rozpouštědel. Páry benzenu jsou jedovaté, se vzduchem tvoří výbušnou směs. Benzen dobře rozpouští oleje, tuky, vosky a přírodní pryskyřice. Ve spojení s alkoholem se jeho rozpouštěcí vlastnosti zvyšují. Nejvíce se používá v chemickém, tukovém a gumárenském průmyslu. Pro výrobu nátěrových hmot je jeho použití z důvodu jedovatosti velmi omezeno. [20]

Benzen je silně toxický, způsobuje podráždění sliznice, krvácení z nosu, žaludku, střev, dásní, ledvin a exémy. Ve vážných případech dochází k otravě krve. Bezpečná koncentrace je 0,1 mg/l, u 3 mg/l max. půl hodiny, při 20 mg/l dochází k rychlé otravě. [20]

### Benzíny (technické rozpouštěcí)

Jsou to bezbarvé kapaliny bez mechanických nečistot a vody, mírného benzínového zápachu. Vyrábějí se v šesti druzích, které se od sebe liší rozmezím destilace. Používají se v chemickém průmyslu jako rozpouštědla, k extrakci olejů v tukovém průmyslu, k odmašťování při povrchové úpravě kovů a jako rozpouštědlo v některých rychle zasychajících olejových lacích a nátěrových barvách. Frakce s bodem varu 80 – 110 °C se používá jako nepravé rozpouštědlo místo toluenu. [20]

Benzíny patří k málo jedovatým látkám, jejich jedovatost se zvyšuje s rostoucím podílem aromatických uhlovodíků. Při přílišném vdechování výparů způsobují dýchací obtíže, rozklad krve, bolesti hlavy, křeče, nedobrovolné uvolňování moče, krvácení, kožní onemocnění, exémy, záněty. [20]

### Butylacetát ( $CH_3COOC_4H_9$ )

Je to bezbarvá kapalina charakteristického ovocného zápachu. Je nejdůležitějším rozpouštědlem pro nitrocelulózu. Rozpouští oleje, tuky, vosky, pryskyřice, kaučuky. Mísením s butanolem se rozpouštěcí schopnost zvyšuje. Přidává se do téměř všech druhů nitrocelulóзовých nátěrových hmot díky své výhodné odpařivosti, dobré rozpouštěcí schopnosti a malé rozpustnosti ve vodě. Ve směsi s butanolem se zlepšují některé vlastnosti nitrocelulóзовých nátěrových hmot, jako je lesk, slévavost nátěru, tvorba závoje ve filmu působením kondenzované vody. [20]

Butylacetát není příliš jedovatý, při nadměrném vdechování způsobuje bolesti hlavy, závratě, kašel, při dlouhodobém styku deprese, vyčerpání, ztrátu váhy. V množství 5 mg/l způsobuje slabou narkózu. [20]

### Etanol ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ )

Je to bezbarvá kapalina příjemného lihového zápachu, dobře mísitelná s vodou. Bezvodý etanol rozpouští četné přírodní a některé syntetické a fenolové pryskyřice, étery a estery celulózy. Ve směsi s benzenovými rozpouštědly rozpouští výborně kumaronové a alkydové pryskyřice a deriváty celulózy. V nátěrových hmotách se používá etanol denaturovaný 2% benzenem, toluenem nebo terpentýnové silice nebo 10% metanolu. Bezvodý etanol se používá v lihových nátěrových hmotách a emailech na modely a pro přípravu lihových politur a roztěrek. Ve směsi s jinými rozpouštědly se používá pro rozpouštění vinylových pryskyřic, v kombinaci s estery a aromatickými uhlovodíky pro přípravu nitrocelulóзовých nátěrových laků a emailů a jako přísada do syntetických (alkydových) nátěrových hmot. [20]

Etanol je poměrně toxický, s narkotickými účinky. V koncentracích pod 1 mg/l je málo nebezpečný, do 5 mg/l způsobuje bolesti hlavy, ve vyšších koncentracích poškozuje mozek a nervovou soustavu, dráždí oči, nos i dýchací cesty. [20]

### Metanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ )

Je to neutrální bezbarvá kapalina s charakteristickým lihovým zápachem. Je silně jedovatý a dobře mísitelný s vodou. Rozpouští četné organické sloučeniny, pryskyřice, oleje, tuky a vosky. Používá se jako pomocné rozpouštědlo v malých množstvích na přípravu lihových laků a nátěrových barev a do nitrocelulóзовých laků. Při vyšším obsahu metanolu může při zasychání film zmlhovatět, protože metanol je snadno těkavý a po jeho odpaření kondenzuje na filmu vodní pára. Dříve se přidával do rozpouštědel pro syntetické (alkydové) nátěrové hmoty, aby se snížila jejich viskozita. Používá se také při výrobě lepidel, plastických hmot a do přípravků na odstraňování starých nátěrů. [20]

Příležitostné vdechování metanolu nemá vliv na zdraví, při nadměrném vdechování nebo konzumaci způsobuje podráždění sliznice horních cest dýchacích, žaludeční potíže nebo poškození až ztrátu zraku. [20]

### Petrolej

Je to bezbarvá až slabě nažloutlá směs vyšších kapalných uhlovodíků, charakteristického petrolejového zápachu. Vzhledem k jeho malé těkavosti a rozpouštěcí schopnosti je jeho funkce v nátěrových hmotách omezena, přidává se jako ředidlo do některých vypalovacích laků. Většina petroleje se spotřebuje jako pohonná látka, ke svícení a jako čisticí prostředek. [20]

Toxické účinky petroleje jsou obdobné jako u benzínů.

### Toluen ( $C_7H_8$ )

Svémi vlastnostmi se velmi podobá benzenu. Je to bezbarvá kapalina, aromatického zápachu, snadno zápalná. Páry toluenu jsou méně jedovaté než benzenové, což umožňuje vyšší využití v průmyslu nátěrových hmot, kde hodně záleží na míře jedovatosti. Toluen dobře rozpouští tuky, pryskyřice, kaučuky. Je nejpoužívanějším uhlovodíkem v nátěrových hmotách pro jeho malou toxicitu, vhodnou odpařivost a velkou rozpouštěcí schopnost. Jeho vlastnosti umožňují velký rozsah jeho použití. Je používán i jako nepravé rozpouštědlo pro nitrocelulózové nátěrové hmoty, kde tvoří až 70% těkavého podílu. Používá se jako rozpouštědlo i pro silikonové nátěrové hmoty. [20]

Toxické účinky toluenu jsou obdobné, jako u benzenu, ale skutečné účinky jsou menší díky menší odpařivosti toluenu. Je nebezpečný ve špatně větraných prostorech, kde způsobuje bolesti hlavy. [20]

## **2.5. Funkce rozpouštědel (VOC látek) v nátěrových hmotách**

Rozpouštědla (VOC látky) zastávají v nátěrových hmotách funkci:

- *ředicí* – používají se pro úpravu konzistence (viskozity) na požadovanou hodnotu, má velký vliv na kryvost a vydatnost nátěrové hmoty, a tím i efektivnost povrchové úpravy;
- *podporující tvorbu filmu a jeho kvalitu* – úzce souvisí s první funkcí;
- *ochrannou* – při skladování v uzavřených nádobách tvoří rozpouštědla nad barvou ochrannou vrstvu a tím neumožňují tvorbu nežádoucích škraloupů.

Při nanášení nátěrové hmoty se nátěr rychle potáhne tenkou povrchovou blánou, která zadržuje rozpouštědla uvnitř nátěru a brání přístupu vzdušného kyslíku. Vysoký obsah rozpouštědel v ovzduší místnosti zpomaluje vytvrzování nátěru, protože působí jako izolační plášť. Převážná část rozpouštědel má z nátěru vytékat ještě za normální teploty a teprve potom má následovat přisoušení nebo vypalování, jinak hrozí tvorba bublin, puchýřků a zvedání nátěru vlivem prudké difúze rychle těkajících rozpouštědel.

Rychle těkává rozpouštědla při odtékávání z nátěru povrch značně ochladí, a tím kondenzují vodní páry a dochází k zamlžení nátěru. Jsou-li v mokré vrstvě nátěru vedle rychle těkavých rozpouštědel i málo těkává, je mlhovatění nátěru přechodné, a to na začátku zasychání. Převaha nesprávných rozpouštědel v ředidle působí po odpaření

pravých ředidel v nátěru vysrážení filmotvorných složek a film je matný, někdy i drsný nebo kráterkový.

Při nesprávně zvoleném nátěrovém systému, kdy vrchní vrstva obsahuje rozpouštědla agresivně působící na podklad a naruší jej, spodní vrstva zbobtná, zvětší svůj objem a deformuje vrchní vrstvu.

Odpařivost (doba odpařování) je tedy důležitým parametrem rozpouštědel při použití v nátěrových hmotách. Míra těkavosti rozpouštědla (odpařivost) se vyjadřuje v časových jednotkách (vteřinách) nebo jako poměrné číslo (poměrná odpařivost), kterou získáme dělením času potřebného k odpaření zkoušeného rozpouštědla časem potřebným k odpaření určitého standardního rozpouštědla (éter, butylacetát). Odpařivost se měří jednoduchým způsobem, a to nalitím rozpouštědla do misky nebo na hodinkové sklo a ponecháním při teplotě 20 °C, aby se mohlo volně odpařovat. Takto lze stanovit i množství odpařeného rozpouštědla v určitých časových intervalech a z takto naměřených hodnot sestavit křivku odpařivosti.

## **2.6. Působení rozpouštědel (VOC látek) při rozpouštění a odstraňování nátěru**

Organickými rozpouštědly lze odstraňovat pouze nátěrové hmoty zasychající fyzikálními pochody. Působením rozpouštědel, ve kterých jsou filmotvorné látky rozpustné, na zaschlý nátěrový film, se nátěr znovu rozpouští. Jedná se o nitrocelulózové, chlorkaučukové, lihové, asfaltové a podobné nátěrové hmoty. Nátěry zasychající chemicky jsou v organických rozpouštědlech nerozpustné, neboť chemické složení vzniklých nátěrů není již totožné s chemickým složením filmotvorných látek před jejich rozpouštěním.

Rozpouštědlo nanesené na nátěr při jeho odstraňování začne postupně rozpouštět filmotvornou látku. Starý nátěr se během prvních minut po nanesení rozpouštědla změkčí, začne bobtnat a oddělovat se od podkladu. Narušený nátěr se pak jednoduše špachtlí nebo škrabkou lehce odstraní. Rychlost působení je závislá na teplotě a tloušťce vrstvy odstraňovaného nátěru. Doporučená optimální teplota podkladu a vzduchu je 15-25 °C. Při nižších teplotách se doba působení prodlužuje. U silnějších nátěrů je nutno postup znovu opakovat.

### **3. METODIKA EXPERIMENTÁLNÍCH PRACÍ**

Experimentální práce budou mít následující sled činností:

- 1) Výběr, příprava a značení zkušebních vzorků
- 2) Hodnocení povrchu vzorků
  - a) stanovení čistoty povrchu dle ISO 8501-1
  - b) hodnocení zaprášení povrchu dle ČSN ISO 8502-3 (samolepící páskou)
  - c) stanovení drsnosti povrchu podkladového materiálu dle ČSN EN ISO 4287 (drsnoměr BS 373111)
- 3) Stanovení povrchového napětí pomocí testovacích fixů a inkoustů.
- 4) Nanesení nátěrových hmot na vzorky lakováním, pomocí lakovací pistole. Zasychání po dobu 30 dnů.
- 5) Měření tloušťek nátěrů.
- 6) Korozní zkouška v solné mlze dle ČSN EN ISO 9227.
- 7) Hodnocení přilnavosti nátěru odtrhovou zkouškou dle ČSN EN ISO 16276-1.
- 8) Odstraňování nátěru pomocí chemických odstraňovačů nátěrů.

#### 4. UCELENÝ POSTUP EXPERIMENTÁLNÍCH PRACÍ

- 1) Příprava 48 ks vzorků s rozměry 150x150 mm nastříháním z plechu o tloušťce 3 mm.
- 2) Úprava povrchů vzorků:
  - a) 24 ks vzorků tryskáno korundem na stupeň otryskání Sa 2,5 (velmi důkladné otryskávání);
  - b) 24 ks vzorků ponecháno bez opracování, ručně odmaštěno a očištěno.
- 3) Stanovení čistoty povrchu dle ISO 8501-1 u:
  - a) 24 ks vzorků tryskaných korundem dle ČSN EN ISO 8501-1, stupeň otryskání Sa 2,5 (velmi důkladné otryskávání). Při prohlížení bez zvětšení musí být povrch prostý viditelných olejů, mastnoty a nečistot, okují, rzi, nátěrů a cizích látek. Všechny zbylé stopy nečistot musí vykazovat pouze lehké zabarvení ve formě skvrn nebo pruhů.
  - b) 24 ks vzorků bez opracování, stupeň ručního a mechanizovaného čištění St3 (velmi důkladné ruční a mechanizované čištění). Při prohlížení bez zvětšení musí být povrch prostý viditelných olejů, mastnoty a nečistot, málo přilnavých okují, rzi, nátěrů a cizích látek. Povrch musí být očištěn důkladně tak, aby získal kovový odstín daný podkladem.
- 4) Hodnocení zaprášení povrchu dle ČSN ISO 8502-3 (samolepící páskou).
- 5) Hodnocení a ověření drsnosti povrchu drsnoměrem BS 373111.
- 6) Měření povrchového napětí pomocí testovacích fixů o hodnotě 38 mN/m.
- 7) Nanesení 4 druhů nátěrových systémů na vzorky a ponechání vytvrzení nátěrů po dobu 30 dnů:
  - a) Nátěr Hempel's Uni-primer 13140 (dále „Nátěr č. 1“) na 6 ks vzorků upravených tryskáním korundem dle ČSN EN ISO 8501-1, stupeň otryskání Sa 2,5 (velmi důkladné otryskávání).
  - b) Nátěr Hempel's Uni-primer 13140 (dále „Nátěr č. 1“) na 6 ks vzorků neopracovaných, pouze odmaštěných a očištěných.
  - c) Nátěr Hempadur Mastic 45880 (dále „Nátěr č. 2“) na 6 ks vzorků upravených tryskáním korundem dle ČSN EN ISO 8501-1, stupeň otryskání Sa 2,5 (velmi důkladné otryskávání).

- d) Nátěr Hempadur Mastic 45880 (dále „Nátěr č. 2“) na 6 ks vzorků neopracovaných, pouze odmaštěných a očištěných.
  - e) Nátěr Hempadur Zinc 17360 (dále „Nátěr č. 3“) na 6 ks vzorků upravených tryskáním korundem dle ČSN EN ISO 8501-1, stupeň otryskání Sa 2,5 (velmi důkladné otryskávání).
  - f) Nátěr Hempadur Zinc 17360 (dále „Nátěr č. 3“) na 6 ks vzorků neopracovaných, pouze odmaštěných a očištěných.
  - g) Nátěr Hempel's Galvosil S 15840 (základní nátěr) a Hempaxane Classic 55000 (vrchní nátěr) (dále „Nátěr č. 4“) na 6 ks vzorků upravených tryskáním korundem dle ČSN EN ISO 8501-1, stupeň otryskání Sa 2,5 (velmi důkladné otryskávání).
  - h) Nátěr Hempel's Galvosil S 15840 (základní nátěr) a Hempaxane Classic 55000 (vrchní nátěr) (dále „Nátěr č. 4“) na 6 ks vzorků neopracovaných, pouze odmaštěných a očištěných.
- 8) Měření tloušťek nátěrů na odstraňovacích i odtrhových stranách vzorků pomocí Elcometru 456.
- 9) Provedení odtrhových zkoušek na odtrhové straně u všech vzorků po uplynutí 30 dnů od aplikace nátěru.
- 10) Ponechání vzorků v provozních podmínkách výrobního podniku po dobu 1 měsíce po uplynutí 30 dnů od aplikace nátěru:
- a) 3 ks vzorku otryskaného korundem s naneseným nátěrem „Nátěr č. 1“;
  - b) 3 ks neopracovaného vzorku s naneseným nátěrem „Nátěr č. 1“;
  - c) 3 ks vzorku otryskaného korundem s naneseným nátěrem „Nátěr č. 2“;
  - d) 3 ks neopracovaného vzorku s naneseným nátěrem „Nátěr č. 2“;
  - e) 3 ks vzorku otryskaného korundem s naneseným nátěrem „Nátěr č. 3“;
  - f) 3 ks neopracovaného vzorku s naneseným nátěrem „Nátěr č. 3“;
  - g) 3 ks vzorku otryskaného korundem s naneseným nátěrem „Nátěr č. 4“;
  - h) 3 ks neopracovaného vzorku s naneseným nátěrem „Nátěr č. 4“.
- 11) Vložení vzorků do korozní komory na dobu 6 h – simuluje korozní napadení působením přírodních podmínek korozního prostředí C5 po 1 měsíci:
- a) 1 ks vzorku otryskaného korundem s naneseným nátěrem „Nátěr č. 1“;
  - b) 1 ks neopracovaného vzorku s naneseným nátěrem „Nátěr č. 1“;
  - c) 1 ks vzorku otryskaného korundem s naneseným nátěrem „Nátěr č. 2“;
  - d) 1 ks neopracovaného vzorku s naneseným nátěrem „Nátěr č. 2“;

- e) 1 ks vzorku otryskaného korundem s naneseným nátěrem „Nátěr č. 3“;
  - f) 1 ks neopracovaného vzorku s naneseným nátěrem „Nátěr č. 3“;
  - g) 1 ks vzorku otryskaného korundem s naneseným nátěrem „Nátěr č. 4“;
  - h) 1 ks neopracovaného vzorku s naneseným nátěrem „Nátěr č. 4“.
- 12) Vložení vzorků do korozní komory na dobu 360 h – simuluje korozní napadení působením přírodních podmínek korozního prostředí C5 po 5 letech:
- a) 2 ks vzorku otryskaného korundem s naneseným nátěrem „Nátěr č. 1“;
  - b) 2 ks neopracovaného vzorku s naneseným nátěrem „Nátěr č. 1“;
  - c) 2 ks vzorku otryskaného korundem s naneseným nátěrem „Nátěr č. 2“;
  - d) 2 ks neopracovaného vzorku s naneseným nátěrem „Nátěr č. 2“;
  - e) 2 ks vzorku otryskaného korundem s naneseným nátěrem „Nátěr č. 3“;
  - f) 2 ks neopracovaného vzorku s naneseným nátěrem „Nátěr č. 3“;
  - g) 2 ks vzorku otryskaného korundem s naneseným nátěrem „Nátěr č. 4“;
  - h) 2 ks neopracovaného vzorku s naneseným nátěrem „Nátěr č. 4“.
- 13) Provedení odtrhových zkoušek na odtrhové straně u vzorků, které byly v korozní komoře po dobu 6 h a 360 h.
- 14) Provedení odtrhových zkoušek na odstraňovací straně u vybraných vzorků, které byly v korozní komoře po dobu 360 h.
- 15) Provedení odtrhových zkoušek na odstraňovací straně u vybraných vzorků, které byly ponechány v provozních podmínkách výrobního podniku po dobu 1 měsíce po uplynutí 30 dnů od aplikace nátěru.
- 16) Měření tloušťek nátěrů na odstraňovacích i odtrhových stranách vzorků pomocí Elcometru 456 u vzorků, které byly v korozní komoře po dobu 6 h a 360 h.
- 17) Aplikovat tři druhy odstraňovačů nátěrů specifikovaných níže na odstraňovací strany vzorků, které byly ponechány v provozních podmínkách výrobního podniku, po dobu 1 měsíce po uplynutí 30 dnů od aplikace nátěru, a ponechání působení po dobu 30, 60 a 120 minut.
- 18) Aplikovat tři druhy odstraňovačů nátěrů specifikovaných níže na odstraňovací strany vzorků, které byly v korozní komoře po dobu 6 hodin – simuluje korozní napadení působením přírodních podmínek korozního prostředí C5 po 1 měsíci, a ponechání působení po dobu 30, 60 a 120 minut.



- 19) Aplikovat tři druhy odstraňovačů nátěrů specifikovaných níže na odstraňovací strany vzorků, které byly v korozní komoře po dobu 360 h – simuluje korozní napadení působením přírodních podmínek korozního prostředí C5 po 5 letech, a ponechání působení po dobu 30, 60 a 120 minut.
- 20) Po uplynutí 30, 60 a 120 minut provést odstranění nátěru špachtlí.
- 21) V průběhu provádění experimentu pořizovat fotodokumentaci jednotlivých zkoušek.
- 22) Provést zhodnocení experimentu.

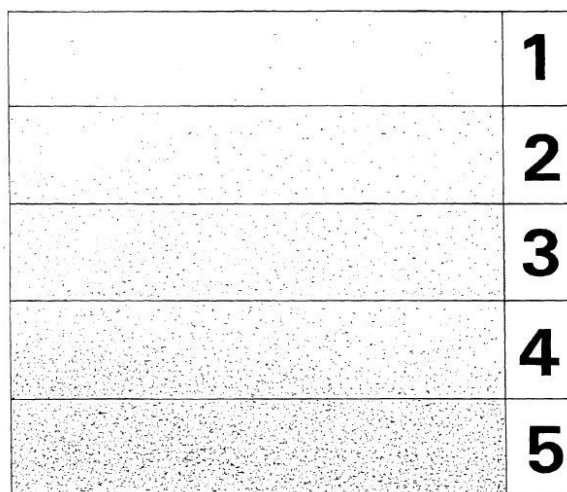
Použitá odmašťovadla, testovací fixy, nátěrové hmoty a odstraňovače nátěrů:

- Ředidlo C6000
- Odmašťovací přípravek NO 1 STRONG
- Testovací fixy Arcotest 38 mN/m
- „Nátěr č. 1“: Hempel's Uni-primer 13140
- „Nátěr č. 2“: Hempadur Mastic 45880
- „Nátěr č. 3“: Hempadur Zinc 17360
- „Nátěr č. 4“: Hempel's Galvosil S 15840 (základní nátěr) a Hempaxane Classic 55000 (vrchní nátěr)
- „Odstraňovač č. 1“: MAX COLOR – Odstraňovač starých nátěrů – razantní (ve spreji)
- „Odstraňovač č. 2“: Odstraňovač starých náterov Extra (COLOR COMPANY)
- „Odstraňovač č. 3“: Odstraňovač starých nátěrů Extra (BARVY A LAKY HOSTIVÁŘ)

## 5. POPIS POUŽITÝCH MĚŘENÍ A SIMULACÍ

### 5.1. Stanovení prachu na povrchu vzorků dle ČSN ISO 8502-3

Stanovení prachu na povrchu vzorku se uskutečňuje pomocí snímání vysoce adhezní samolepící pásky. Samolepící páska se lehce přiloží a třením palcem se přilepí. Přilepená část pásky na povrchu, který má být hodnocen, by měla být cca 150 mm dlouhá. Po odtržení pásky následuje její přilepení na kontrastní papír tak, aby bylo možné provést vizuální hodnocení porovnáním s obrazovou stupnicí uvedenou v normě ČSN ISO 8502-3. Zaznamenává se nejbližší odpovídající číselné hodnocení. Přesný postup je popsán v uvedené normě. Hlavním parametrem pro vyhodnocení je velikost a množství usazených částic na pásce. [5]



Obr. 3 Obrazová stupnice odpovídajícího množství prachu dle ČSN ISO 8502-3 [4]

Tab. 3 Třídy velikosti prachových částic dle ČSN ISO 8502-3 [4]

Třída	Popis prachových částic
0	částice neviditelné při zvětšení 10x
1	částice viditelné při zvětšení 10x, ale ne prostým okem (obvykle částice menší než 50 µm v průměru)
2	částice již viditelné prostým okem (obvykle částice mezi 50 µm a 100 µm v průměru)
3	částice jasně viditelné prostým okem (částice od 0,5 mm v průměru)
4	částice mezi 0,5 a 2,5 mm v průměru
5	částice větší než 2,5 mm v průměru

## 5.2. Měření drsnosti povrchu vzorků dle ČSN ISO 8503

### 5.2.1. Měření drsnoměrem

Měření drsnosti po otryskání a odmaštění jsem provedl pomocí senzoru nad testovacím povrchem. Měření bylo prováděno drsnoměrem BS 373111. Měřil jsem dle normy ČSN EN ISO 4287 a dle standardu měření ISO 1997.

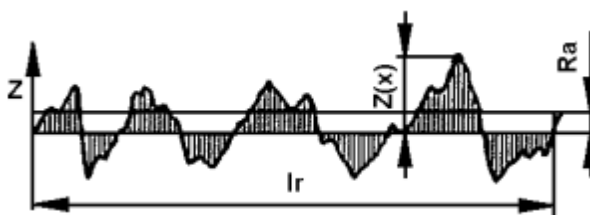
Hlavní měřené parametry:  $Ra$  a  $Rz$ .



Obr. 4 Měřicí přístroj BS 373111

### 5.2.2. $Ra$ – střední aritmetická úchylka profilu

Střední aritmetická úchylka profilu je aritmetický průměr absolutních hodnot pořadnic  $Z(x)$  v rozsahu základní délky  $l_r$ . [5]



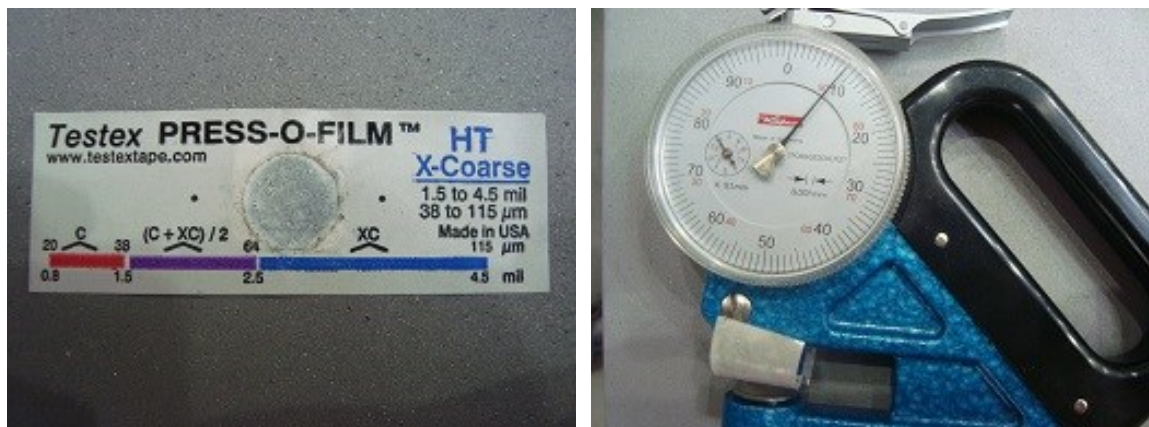
Obr. 5 Střední aritmetická úchylka  $Ra$  [5]

### 5.2.3. $Rz$ – největší výška profilu

Největší výšku profilu dostaneme sečtením výšky  $Z_p$  největšího výstupku a hloubky  $Z_v$  nejnižší prohlubně v rozsahu základní délky  $l_r$ . [5]

### 5.3. Hodnocení kotvícího profilu

Hodnocení kotvícího profilu lze provést použitím testexové pásky. Pomocí ní lze nejen změřit, ale i zaznamenat největší rozdíl mezi nejvyšším a nejnižším místem povrchu. Páska je dvouvrstvá, spodní vrstva je pěnová (stlačitelná), horní vrstva je nestlačitelná. Pásku jsem přiložil na měřený povrch pěnovou stranou a ocelovou tyčinkou zakončenou koulí jsem pásku na vyznačeném místě vtlačil do povrchu, až se objevila tmavá místa, čímž se získal otisk povrchu. Potom jsem pomocí tloušťkoměru změřil nejvyšší hodnotu otisknutého povrchu.



Obr. 6 Měření kotvícího profilu pomocí testexové pásky

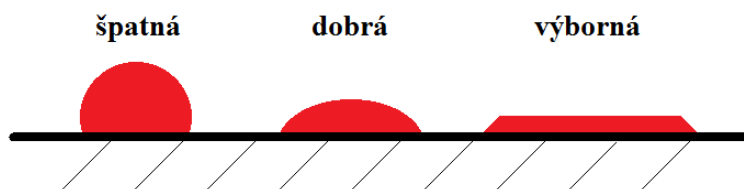
### 5.4. Stanovení povrchového napětí pomocí testovacích fixů

#### 5.4.1. Povrchové napětí

Povrch kapaliny si můžeme představit jako tenký pružný film, který se snaží zaujmout co nejmenší plochu s co nejmenší energií. Napětí, které v tomto filmu existuje, nazýváme povrchovým napětím. Je-li napětí vysoké, povrch kapaliny se snaží co nejvíce zakulatit, případně vznikne kapička kulového tvaru. Podle Youngovy rovnice se kapka kapaliny, kterou umístíme na vodorovný pevný povrch, zachová jedním ze dvou způsobů: buď utvoří kouli, nebo se rozprostře po povrchu. Povrch kapaliny je tvořen molekulami a atomy, které se vzájemně přitahují, tyto síly pak vytvoří povrchové napětí. Jsou-li tyto síly velké, kapalina má vysokou tendenci tvořit kapky, tedy je špatně smáčivá. Smáčivost zlepšuje použití tenzidů. Tohoto jevu si můžeme například všimnout při umývání zamaštěných rukou, kdy pro snadnější umytí použijeme mýdlo. [5]

#### 5.4.2. Měření povrchového napětí

Smáčení povrchu je taková vlastnost povrchu materiálu, kdy je kapalina schopna celou plochu souvisle pokrýt. Pomocí této vlastnosti zjišťujeme stav odmaštění a očištění od nečistot zkoumaného povrchu. Je-li povrch čistý, neodpuzuje vodu, smáčivost je tedy výborná, povrchové napětí kapaliny je minimální, povrchové napětí materiálu vysoké.



Obr. 7 Smáčivost povrchu [5]

Povrchové napětí materiálu je rozhodujícím kritériem pro přilnavost nátěrových hmot. Měříme jej v mN/m, což je právě platná jednotka. Minimální hodnota povrchového napětí materiálu, kdy bude přilnavost nátěrové hmoty ještě uspokojivá, je 38 mN/m. Povrch materiálu znečištěný tuky a oleji a jinými nečistotami, má hodnotu povrchového napětí materiálu malou a přilnavost nátěrové hmoty je špatná. Čím vyšší hodnotu povrchového napětí má daný povrch, tím lépe na něj přilne nátěrová hmota. [5]

Pro hodnocení povrchového napětí testovacími inkousty nebo fixy jsem navrhl vlastní hodnotící tabulku – viz Tab. 4.

Tab. 4 Hodnotící tabulka povrchového napětí [5]

Ilustrativní zobrazení chování testovacího inkoustu	Smáčivost povrchu v %	Chování testovacího inkoustu	Vhodnost aplikace nátěrových hmot
	0 – 20	tvoří kapičky nebo pruhy	naprosto nevhodný
	20 – 40	začíná se shlukovat do kapiček a pruhů	nevhodný
	40 – 60	tvoří povlak, který se začíná trhat	vhodný pro nenáročné aplikace ochranných povlaků
	60 – 80	tvoří povlak rovnoměrně se rozpíjející	standardní využití
	80 – 100	tvoří souvislou linku	vhodný pro náročné aplikace ochranných povlaků



Obr. 8 Testovací fix

### 5.5. Měření tloušťky nátěru

Tloušťku nátěru jsem měřil nedestruktivní metodou, a to pomocí přístroje Elcometer 456. Toto zařízení pracuje na principu ultrazvukového vlnění o frekvencích 10 až 20 MHz. Díky ultrazvuku lze nejen změřit tloušťku naneseného povlaku, ale i počet a tloušťky jednotlivých jeho vrstev. Při měření se čidlo přiloží k měřenému povrchu, přístroj začne vysílat ultrazvukové vlny, které se vždy na rozhraní vrstev buď odrazí zpět do čidla, nebo projdou do další vrstvy. V každé nátěrové hmotě (materiálu) se vlnění šíří jinou rychlostí. Přístroj postupně vyhodnotí všechny odražené vlny, resp. jejich intenzity a doby, za které se vlny po vyslání vrátily zpět.



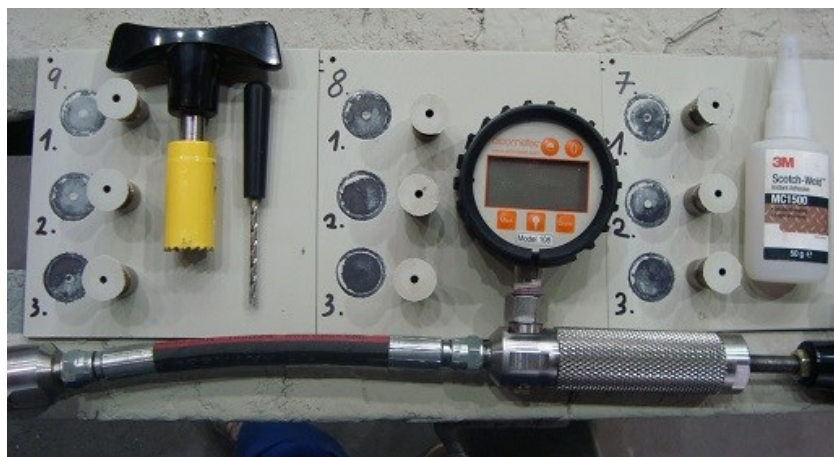
Obr. 9 Měřicí přístroj Elcometer 456

### 5.6. Odtrhová zkouška přilnavosti

Pro měření přilnavosti nátěru byla použita destruktivní metoda, a to odtrhová zkouška. Zkušebním přístrojem byl hydraulický odtrhoměr s digitálním displejem Elcometer 108 s rozsahem 0 až 34 MPa a s nerezovou testovací panenkou (válečkem). Pro oříznutí vytvrzeného lepidla a nátěru až na podklad podél obvodu panenky je použit řezný nástroj



s křídlovou rukojetí. Součástí zkušebních pomůcek je i vrtáček pro odstranění lepidla uprostřed panenky. Pro přilepení zkušebního válečku ke zkoušeným nátěrům jsem použil kyanoakrylátové vteřinové lepidlo Scotch - Weld MC1500 od firmy 3M.



**Obr. 10 Měřicí sada pro odtrhovou zkoušku**

Při odtrhové zkoušce je nutné nejprve lehce obrousit zkušební panenku i nátěr. Poté se nanese vteřinové lepidlo na funkční plochu válečku a váleček se přitiskne k nátěru a několik sekund přidrží. Po přilepení se prořízne nátěr až na podklad řezným nástrojem kolem panenky a vrtáčkem uvnitř panenky. Poté se zapne měřicí přístroj a upne se rychlospojkou na panenku. Otáčením rukojeti se zvyšuje tlak tak dlouhou, až dojde k odtržení. Měřicí přístroj zaznamená maximální hodnotu napětí. Poté se posoudí lomová plocha. Pro opětovné použití panenky je nutné ji očistit od zbytků lepidla a barvy.

### **5.7. Simulace působení prostředí zkouškou v solné mlze**

Simulace působení prostředí byla provedena zkouškou v mlze neutrálního roztoku chloridu sodného dle ČSN EN ISO 9227. Touto zkouškou bylo napodobeno působení přírodních podmínek korozního prostředí C5 (velmi agresivní průmyslové korozní prostředí – dle ČSN EN ISO 12944-2).

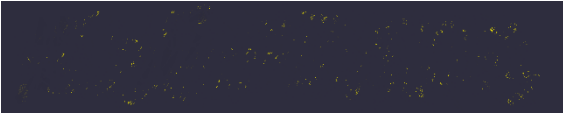
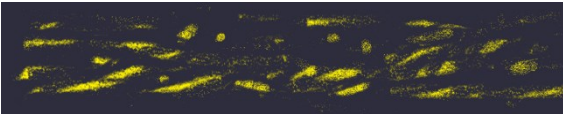
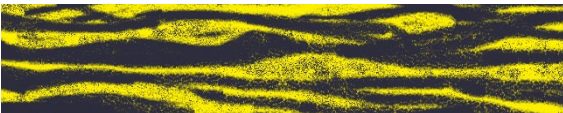


Vzorky č. 4, 10, 16, 22, 28, 34, 40 a 46 byly ponechány v korozní komoře po dobu 6 h, což simuluje korozní napadení působením přírodních podmínek daného korozního prostředí po 1 měsíci.

Vzorky č. 5, 6, 11, 12, 17, 18, 23, 24, 29, 30, 35, 36, 41, 42, 47 a 48 byly ponechány v korozní komoře po dobu 360 h, což simuluje korozní napadení působením přírodních podmínek daného korozního prostředí po 5 letech.

## 5.8. Hodnocení míry odstranění nátěru

Pro hodnocení míry odstranění nátěru chemickým odstraňovačem starých nátěrů je nutné nejprve nanést vrstvu odstraňovače (dle návodu) na odstraňovaný nátěr štětcem s dlouhými vlasy a nechat působit. Do nanesené vrstvy odstraňovače se nesmí zasahovat. Návody k odstraňovačům udávají pouze informativní dobu působení, a to min. 15 min. Aby bylo možné účinnost odstraňovačů porovnávat, je nutné zavést jednotnou dobu (doby) působení. Vhodnou dobou je např. 30, 60 a 120 minut. Poté se narušený nátěr setře špachtlí a lze jej hodnotit. Pro možnost porovnávání je narušený nátěr setřen vždy pouze jednou, plynule jedním směrem. Pro hodnocení jsem navrhl vlastní hodnotící tabulku – viz Tab. 5.

**Tab. 5** Hodnotící tabulka míry odstranění nátěru pomocí chemických odstraňovačů

Ilustrativní zobrazení míry odstranění nátěru (■ nátěr, ■ podklad)	Míra odstranění nátěru v %	Charakteristika povrchu
	<b>0 – 20</b>	Nátěr nebyl vůbec narušen a odstraněn, narušení povrchu je pouze místní, u více vrstevných nátěrových systémů došlo pouze k narušení vrchní vrstvy.
	<b>20 – 40</b>	Dochází k narušení nátěru a místně i k odstranění nátěru až na podkladový materiál.
	<b>40 – 60</b>	Dochází k narušení nátěru na téměř celém povrchu a k odstranění nátěru na větších souvislých místech.
	<b>60 – 80</b>	Převažují místa, kde byl nátěr odstraněn až na podkladový materiál a místně zůstává narušený nátěr.
	<b>80 – 100</b>	Nátěr je celý nebo téměř celý odstraněn, místa, kde nedošlo k odstranění nátěru, lze dočistit ručně tkaninou namočenou v ředidle.



## 6. EXPERIMENTÁLNÍ PRÁCE

### 6.1. Teplotní podmínky v průběhu experimentu

Jednotlivé úkony experimentu probíhaly za teplot uvedených v Tab. 6.

**Tab. 6 Teplotní podmínky při provádění experimentálních prací**

Úkon	Teplota [°C]	Vlhkost [%]
Stanovení čistoty povrchu dle ISO 8501-1	20	50
Hodnocení zaprášení povrchu dle ČSN ISO 8502-3	20	50
Měření drsnosti povrchu	20	50
Hodnocení povrchového napětí	20	50
Nanesení nátěrů	19	9
Měření tloušťek nátěrů – po aplikaci nátěru	18	38
Měření tloušťek nátěrů – po simulaci v korozní komoře	17	22
Odtřhové zkoušky – po aplikaci nátěru	16	19
Odtřhové zkoušky – po simulaci v korozní komoře	16	42
Odtřhové zkoušky – na odstraňovacích stranách	19	26
Chemické odstranění nátěru	18	45

### 6.2. Charakteristika vzorků

Pro tuto experimentální práci bylo použito 48 ks vzorků nastříhaných ze za tepla válcovaného plechu tloušťky 3 mm podle ČSN EN 10051. Rozměry všech vzorků jsou 150 x 150 mm. Označení materiálu plechu je S235JR podle ČSN EN 10025-2.

Chemické složení materiálu zkušebních vzorků:

C 0,19 %; Mn 1,5 %; Si (nepředepsáno); P 0,045 %; S 0,045 %; N 0,014 %.

### 6.3. Úprava povrchů vzorků

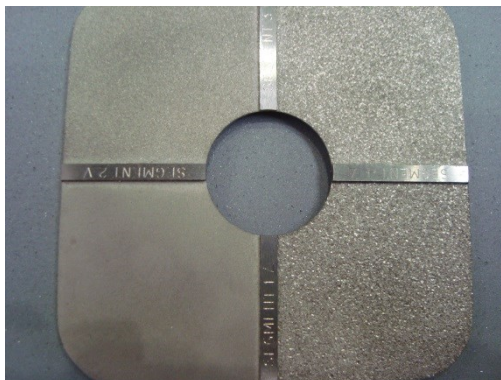
24 ks vzorků bylo otryskáno korundem na požadovaný stupeň drsnosti Sa 2,5 (velmi důkladné otryskávání).

24 ks vzorků bylo ponecháno bez opracování, pouze se odstranily okraje po stříhání a provedlo odmaštění odmašťovacím přípravkem NO 1 STRONG.

## **6.4. Stanovení čistoty povrchu dle ISO 8501-1**

### **6.4.1. Vzorky otryskané korundem**

Provedlo se vizuální zhodnocení čistoty povrchu podle normy ČSN EN ISO 8501-1. Povrch všech 24 vzorků neobsahoval viditelné oleje, mastnoty, nečistoty, okuje, rzi, nátěr ani cizí látky. Vzhled povrchu odpovídal fotografii A Sa 2,5 z přílohy výše uvedené normy. Stupeň zarezavění všech 24 vzorků odpovídá stupni Sa 2,5 uvedené normy.



**Obr. 11 Kontrola vzorků podle etalonu**

### **6.4.2. Hodnocení povrchu u neotryskaných vzorků**



Povrch neotryskaných vzorků byl zbaven okují a chemicky odmastil. Poté se provedlo vizuální zhodnocení čistoty povrchu. Povrch všech 24 vzorků neobsahoval viditelné oleje, mastnoty, nečistoty, okuje, rzi, nátěr ani cizí látky.

## **6.5. Hodnocení zaprášení povrchu dle ČSN ISO 8502-3 (samolepící páskou)**

Hodnocení prašnosti povrchu bylo provedeno podle uvedené normy. Vybrán byl 1 ks vzorku s povrchem otryskaným korundem a 1 ks vzorku s neotryskaným povrchem. Samolepící páska se přilepila na povrchy vzorků, lehce přitiskla, poté byla sejmuta a nalepena na bílý list papíru. Pak se srovnávalo množství usazených částic na páskách s obrazovou stupnicí uvedenou v normě. Dle Tab. 3 se provedlo hodnocení velikosti prachových částic. Výsledky jsou uvedeny v Tab. 7.

Na měřených vzorcích byly nalezeny částčky prachu, které se však odstraní odprášením pomocí stlačeného vzduchu a nebrání aplikaci nátěrové hmoty.

**Tab. 7 Výsledné hodnoty zaprášení vybraných vzorků**

Ocelový povrch	Hodnocení množství prachových částic	Hodnocení velikosti prachových částic	Grafické znázornění
otryskaný korundem	1	1	
neotryskaný	1	1	

### 6.6. Měření drsnosti povrchu

Měření drsnosti bylo provedeno drsnoměrem BS 373111. Pro každý typ úpravy povrchu se provedla 3 měření. Naměřené hodnoty včetně výsledného průměru jsou uvedeny v Tab. 8.

**Tab. 8 Výsledky měření drsnosti**

	Vzorky s povrchem otryskaným korundem		Vzorky s neopracovaným odmaštěným povrchem	
Měření	Ra (μm)	Rz (μm)	Ra (μm)	Rz (μm)
1	7,95	58,7	1,11	4,22
2	8,16	57,63	0,74	4,08
3	7,48	58,21	1,02	6,06
Průměr	7,86	58,18	0,96	4,79


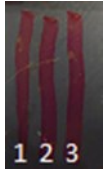
### 6.7. Měření kotvícího profilu

U otryskaného povrchu bylo provedeno jedno měření pomocí testexové pásky. Naměřená hodnota byla 40 μm.

## 6.8. Hodnocení povrchového napětí

Bylo provedeno měření povrchového napětí na 1 ks vzorku otryskaném korundem a na 1 ks neopracovaném odmaštěném vzorku, a to testovacím fixem o hodnotě 38 mN/m. Výsledky jsou uvedeny v Tab. 9.

**Tab. 9** Hodnocení smáčivosti v %

	Vzorky s povrchem otryskaným korundem		Vzorky s neopracovaným odmaštěným povrchem	
1	100		100	
2	100		100	
3	100		100	

## 6.9. Nanesení nátěrů

Na vzorky byly naneseny čtyři nátěrové systémy:

- Nátěr Hempel's Uni-primer 13140 („Nátěr č. 1“) na 6 ks vzorků upravených tryskáním korundem dle ČSN EN ISO 8501-1, stupeň otryskání Sa 2,5.
- Nátěr Hempel's Uni-primer 13140 („Nátěr č. 1“) na 6 ks neopracovaných vzorků.
- Nátěr Hempadur Mastic 45880 („Nátěr č. 2“) na 6 ks vzorků upravených tryskáním korundem dle ČSN EN ISO 8501-1, stupeň otryskání Sa 2,5.
- Nátěr Hempadur Mastic 45880 („Nátěr č. 2“) na 6 ks neopracovaných vzorků.
- Nátěr Hempadur Zinc 17360 („Nátěr č. 3“) na 6 ks vzorků upravených tryskáním korundem dle ČSN EN ISO 8501-1, stupeň otryskání Sa 2,5.
- Nátěr Hempadur Zinc 17360 („Nátěr č. 3“) na 6 ks neopracovaných vzorků.
- Nátěr Hempel's Galvosil S 15840 (základní nátěr) a Hempaxane Classic 55000 (vrchní nátěr) („Nátěr č. 4“) na 6 ks vzorků upravených tryskáním korundem dle ČSN EN ISO 8501-1, stupeň otryskání Sa 2,5.
- Nátěr Hempel's Galvosil S 15840 (základní nátěr) a Hempaxane Classic 55000 (vrchní nátěr) („Nátěr č. 4“) na 6 ks neopracovaných vzorků.

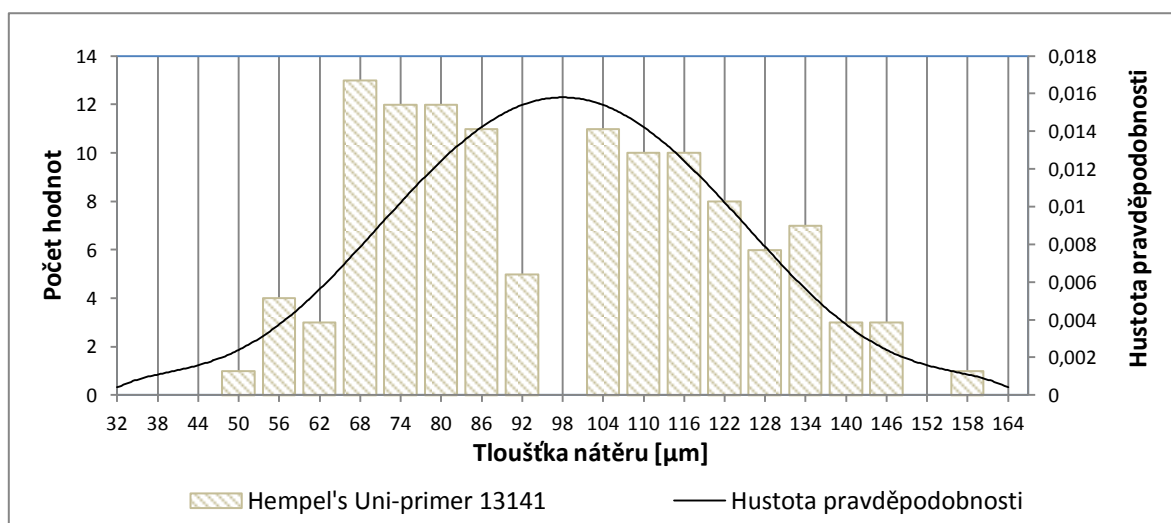
Nátěry byly naneseny odborným pracovníkem lakovny firmy Vítkovice Heavy Machinery a.s. Nátěry se nechaly zaschnout po dobu 30 dnů. Poté se provedly zadané zkoušky, jejichž souhrnný seznam je uveden v Tab. 10 na následující straně.

Tab. 10 Souhrnný přehled operací

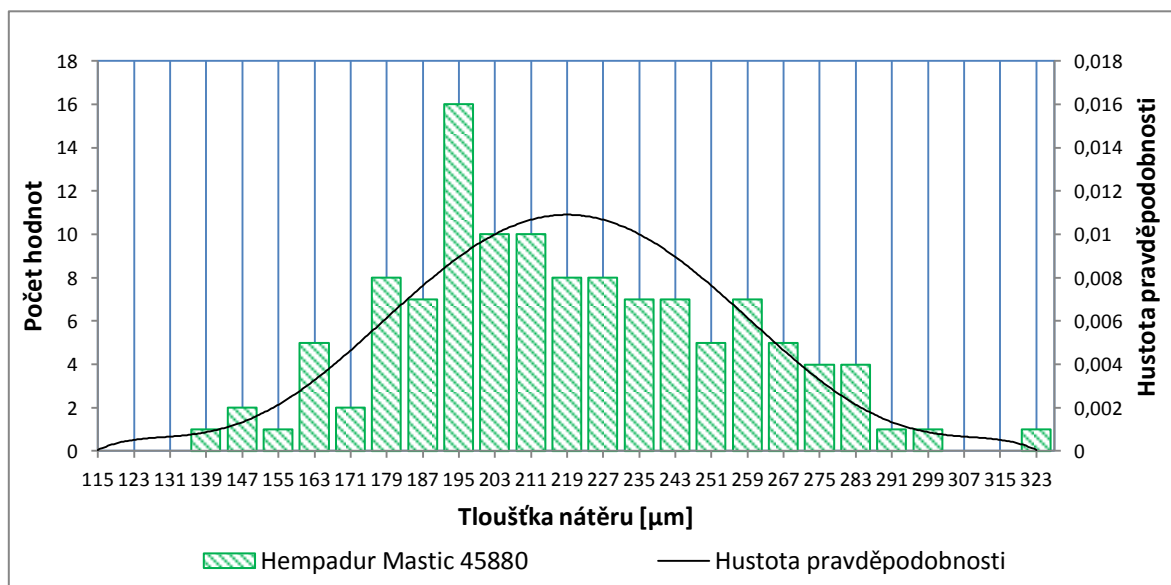
Vzorek	Úprava povrchu		Nátěrový systém				Tloušťka nátěru po vytvrzení (obě strany)	Odrhly po vytvrzení (odtrhová strana)	Působení prostředí		Odrhly po vystavení působení prostředí				Tloušťka nátěru po vystavení působení prostředí (obě strany)		Odstranění nátěru odstraňovačem		
	Otryskaný povrch	Neopracovaný povrch	„Nátěr č. 1“	„Nátěr č. 2“	„Nátěr č. 3“	„Nátěr č. 4“			Provozní podmínky po dobu 1 měsíce	Simulace v korozní komoře po dobu:	Po simulaci v korozní komoře po dobu:		Provozní podmínky po dobu 1 měsíce	Po simulaci v korozní komoře po dobu:	6 h	360 h	„Odstraňovač č. 1“	„Odstraňovač č. 2“	„Odstraňovač č. 3“
											odtrhová strana	odtrhová strana							
1	x		x				x	x	x					x			x		
2	x		x				x	x	x									x	
3	x		x				x	x	x										x
4	x		x				x	x		x							x	x	x
5	x		x				x	x			x		x				x		
6	x		x				x	x			x		x				x		x
7		x	x				x	x	x						x			x	
8		x	x				x	x	x									x	
9		x	x				x	x	x										x
10		x	x				x	x		x							x	x	x
11		x	x				x	x			x		x				x		x
12		x	x				x	x			x		x				x		
13	x			x			x	x	x						x			x	
14	x			x			x	x	x									x	
15	x			x			x	x	x										x
16	x			x			x	x		x							x	x	x
17	x			x			x	x			x		x				x	x	
18	x			x			x	x			x		x				x		x
19		x		x			x	x	x						x			x	
20		x		x			x	x	x									x	
21		x		x			x	x	x										x
22		x		x			x	x		x							x	x	x
23		x		x			x	x			x		x				x		
24		x		x			x	x			x		x				x		
25	x				x		x	x	x						x			x	
26	x				x		x	x	x									x	
27	x				x		x	x	x										x
28	x				x		x	x		x							x	x	x
29	x				x		x	x			x		x				x		
30	x				x		x	x			x		x				x		x
31		x			x		x	x	x						x			x	
32		x			x		x	x	x									x	
33		x			x		x	x	x										x
34		x			x		x	x		x							x	x	x
35		x			x		x	x			x								
36		x			x		x	x			x						x		
37	x					x	x	x	x						x			x	
38	x					x	x	x	x									x	
39	x					x	x	x	x										x
40	x					x	x	x		x							x	x	x
41	x					x	x	x			x		x				x		
42	x					x	x	x			x		x				x		x
43		x				x	x	x	x						x			x	
44		x				x	x	x	x									x	
45		x				x	x	x	x										x
46		x				x	x	x		x							x	x	x
47		x				x	x	x			x		x				x	x	
48		x				x	x	x			x		x				x	x	x

## 6.10. Hodnocení tloušťek nátěrů

Tloušťky nátěrů se vždy měřily přístrojem Elcometer 456. Po uplynutí 30 dnů od aplikace nátěru bylo provedeno měření u všech vzorků na odstraňovacích i na odtrhových stranách, a to vždy 5 krát. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v Tab. 11. Z těchto naměřených hodnot byly sestaveny histogramy a Gaussovy pravděpodobnostní křivky, které jsou uvedeny na obr. 12 až 15. U „Nátěru č. 4“ jsou uvedeny hodnoty tloušťek základního nátěru a celková tloušťka dvouvrstvého nátěru. Histogram je sestaven jen pro celkovou tloušťku.



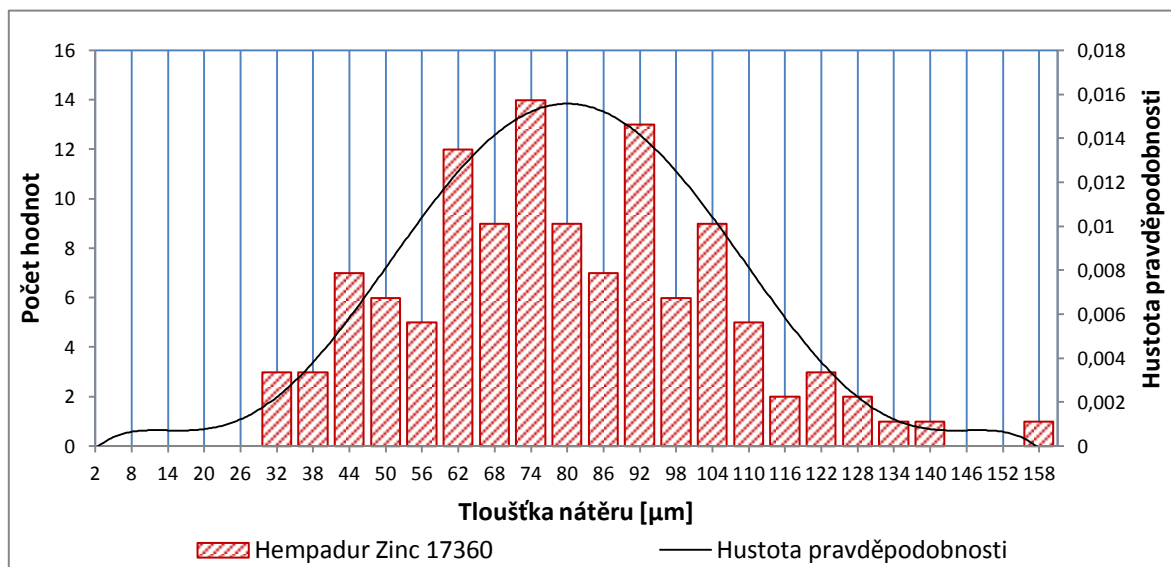
Obr. 12 Histogram a Gaussova křivka pro „Nátěr č. 1“



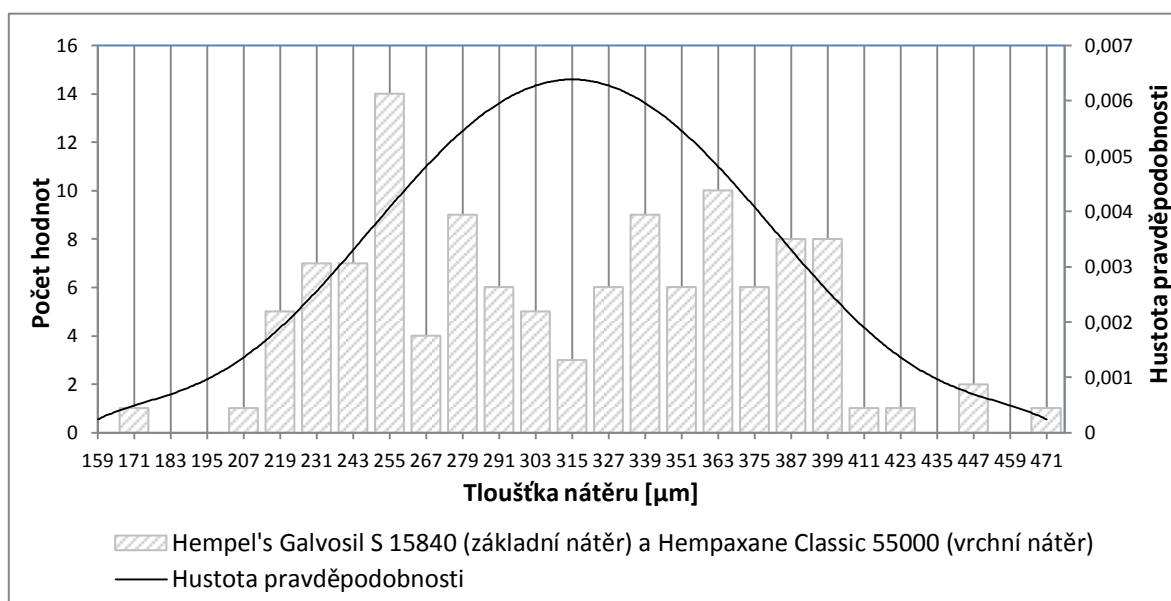
Obr. 13 Histogram a Gaussova křivka pro „Nátěr č. 2“

Tab. 11 Tabulka naměřených hodnot tloušťek nátěrů

Vzorek	Nátěr	Povrch	Odtřhová strana vzorku						Odstraňovací strana vzorku					
			Měření č.					Průměr	Měření č.					Průměr
			1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
1	Hempel's Uni-primer 13140	otryskaný	118	105	118	123	118	116,4	53	55,8	78,4	73,9	73,4	66,9
2			85,1	80,3	76,2	80	74,1	79,14	107	109	136	135	109	119,2
3			90,6	58,3	88,5	79,9	81,1	79,68	108	108	111	130	133	118
4			75,5	82,1	80,1	71,1	80,6	77,88	117	107	104	117	120	113
5			72	83,1	75,4	77,6	77	77,02	114	147	126	114	144	129
6			70,9	80,8	84,3	84,4	83,3	80,74	102	122	104	112	140	116
7		neotryskaný	69	68	64	53,8	69,1	64,78	109	112	133	121	128	120,6
8			73,8	89,6	88,5	69,1	84,3	81,06	108	159	120	144	106	127,4
9			83,4	82,1	89,8	85,8	93,7	86,96	103	123	126	139	131	124,4
10			73,9	63	80	88,7	66,8	74,48	115	119	123	137	139	126,6
11			61,9	56,8	65,3	70,4	66	64,08	92,7	103	110	127	132	112,94
12			65,8	65,9	69	69,2	75,4	69,06	104	107	120	133	119	116,6
13	Hempadur Mastic 45880	otryskaný	193	205	199	176	167	188	224	234	223	201	230	222,4
14			183	214	210	182	190	195,8	227	247	285	196	226	236,2
15			183	168	195	189	205	188	276	253	280	214	224	249,4
16			169	190	197	146	167	173,8	223	234	258	276	261	250,4
17			194	269	256	212	268	239,8	203	214	213	189	177	199,2
18			258	286	272	216	231	252,6	156	196	202	204	194	190,4
19		neotryskaný	207	194	218	204	194	203,4	233	207	260	234	249	236,6
20			220	192	221	224	181	207,6	240	293	264	219	217	246,6
21			214	190	235	212	194	209	244	285	248	241	238	251,2
22			148	177	209	143	191	173,6	240	270	257	242	270	255,8
23			246	251	273	299	325	278,8	166	196	194	163	179	179,6
24			185	204	193	164	192	187,6	208	232	251	224	258	234,6
25	Hempadur Zinc 17360	otryskaný	63,5	43,8	59,8	38,7	58,9	52,94	74,8	74,8	74,5	45,3	65,4	66,96
26			53,1	63,5	44,2	47,5	53,5	52,36	52,7	61,2	69,1	44,9	34,4	52,46
27			67,6	62,9	61,5	84,6	61,6	67,64	70,5	64,5	82,7	61,3	75,8	70,96
28			80,8	66,4	68,4	71,6	55,6	68,56	39,1	39	34	48,8	31,6	38,5
29			46,4	51,3	60,2	45,7	54,1	51,54	88,6	73,9	89,8	77,9	44,1	74,86
30			67,8	61,3	64,5	95,8	75,8	73,04	72	67,8	81,9	72,2	94,6	77,7
31		neotryskaný	113	105	94,5	80,3	113	101,16	82,4	66,4	52,4	71,9	71,3	68,88
32			89,5	89,8	107	104	104	98,86	92,2	82,1	71,8	97,9	94,2	87,64
33			98	113	96,6	114	51,1	94,54	111	92,3	86,8	116	97,5	100,72
34			75,3	80,5	88,8	87	109	88,12	121	131	123	84,5	91,4	110,18
35			105	91,9	94,2	80,2	87,1	91,68	137	104	107	103	122	114,6
36			91,7	106	90,8	74	95,3	91,56	160	188	196	130	140	162,8
37	Hempel's Galvosil S 15840 (základní nátěr)	otryskaný	74	92,5	87	78,4	87,6	83,9	103	104,3	117	105,6	112	108,38
38			76,8	86	91	83	94,5	86,26	100,6	99	107,7	116	105	105,66
39			89,7	90	85,5	95	89	89,84	105,3	112	105	112,3	114	109,72
40			112	113,8	106	101	102	106,96	85,4	81,9	86,6	92,2	74,8	84,18
41			90,6	85	96	78,9	87,3	87,56	118,6	107,4	118,8	108,2	114,7	113,54
42			94,2	102,2	85,7	89	88,3	91,88	118,8	109,5	111,7	102,6	103,5	109,22
43		neotryskaný	102,2	84	84,4	98,6	76,7	89,18	110,4	104,5	110,1	116,8	102,2	108,8
44			113,4	114	108,7	112	109	111,42	92,2	84	92,8	83,2	84,4	87,32
45			94,2	70,4	87,9	83	97	86,5	112,8	117	106,1	113,7	115,4	113
46			100,3	110	110,8	109	101,3	106,28	75,1	86,9	98,8	80,8	83,3	84,98
47			77,3	79,7	88,7	79,6	83,2	81,7	103,5	112,7	97,7	112,4	93,5	103,96
48			81,9	94,8	84,8	83,3	73,8	83,72	109,9	118,4	112	110,4	103,9	110,92
37	Hempel's Galvosil S 15840 (základní nátěr) a Hempaxane Classic 55000 (vrchní nátěr)	otryskaný	237	272	217	280	300	261,2	338	367	345	332	360	348,4
38			224	221	240	282	213	236	355	344	350	357	340	349,2
39			270	297	246	289	261	272,6	354	400	387	361	360	372,4
40			326	359	378	312	368	348,6	293	224	286	261	240	260,8
41			252	256	259	229	266	252,4	348	344	391	328	396	361,4
42			278	309	276	259	313	287	395	423	452	379	389	407,6
43		neotryskaný	249	234	235	288	305	262,2	390	468	412	342	353	393
44			395	378	401	361	384	383,8	261	287	235	223	279	257
45			277	257	244	284	176	247,6	402	374	386	329	315	361,2
46			384	366	390	360	326	365,2	255	275	246	255	250	256,2
47			226	256	230	264	308	256,8	331	372	337	343	402	357
48			245	305	253	280	259	268,4	367	448	395	370	334	382,8



**Obr. 14** Histogram a Gaussova křivka pro „Nátěr č. 3“



**Obr. 15** Histogram a Gaussova křivka pro „Nátěr č. 4“

Tloušťky nátěrů se měřily opětovně na vzorcích, které byly dány do korozní komory. Výsledky těchto měření jsou uvedeny v Tab. 12 a Tab. 13.

V korozní komoře při simulaci korozního prostředí C5 dochází k reakcím nátěru na dané podmínky, jednou z těchto reakcí je i změna tloušťky nátěrového filmu. Proto jsou pro přehlednější porovnání průměrných tloušťek nátěrů před simulací a po simulaci v korozní komoře zhotoveny srovnávací grafy, tyto jsou na obr. 16 až 19 (str. 54 až 55).

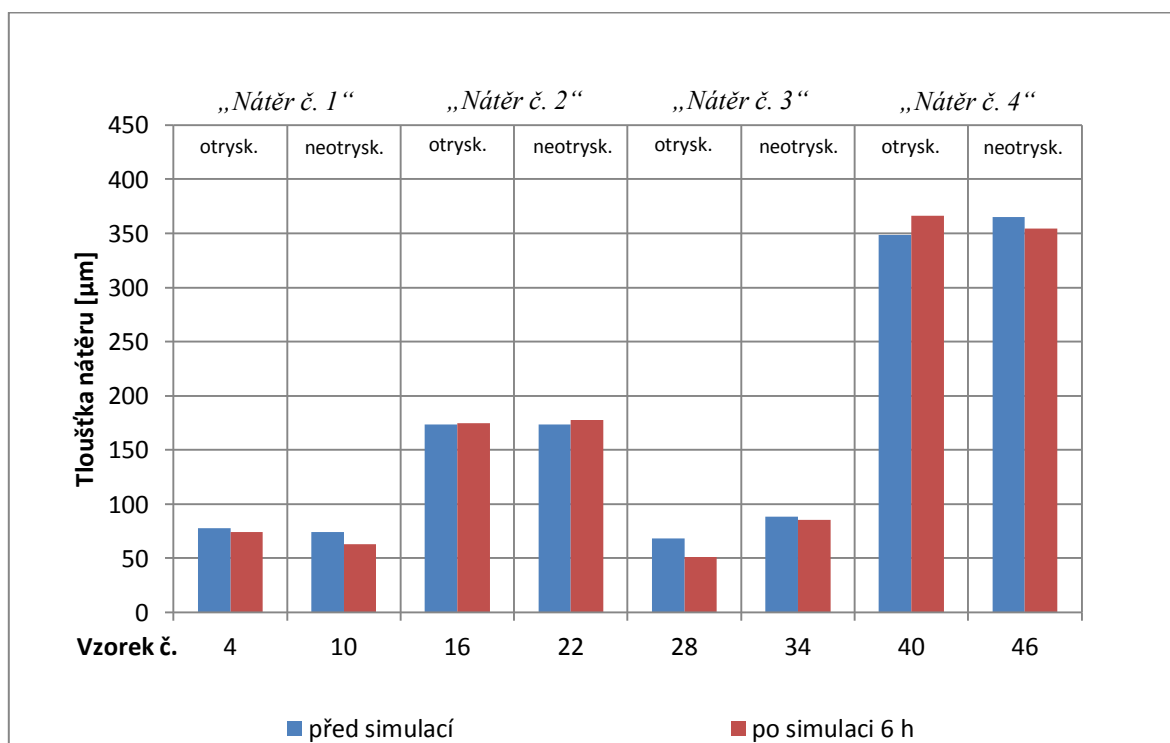


**Tab. 12 Tabulka naměřených hodnot tloušťek nátěrů u vzorků ponechaných v solné mlze po dobu 6 h**

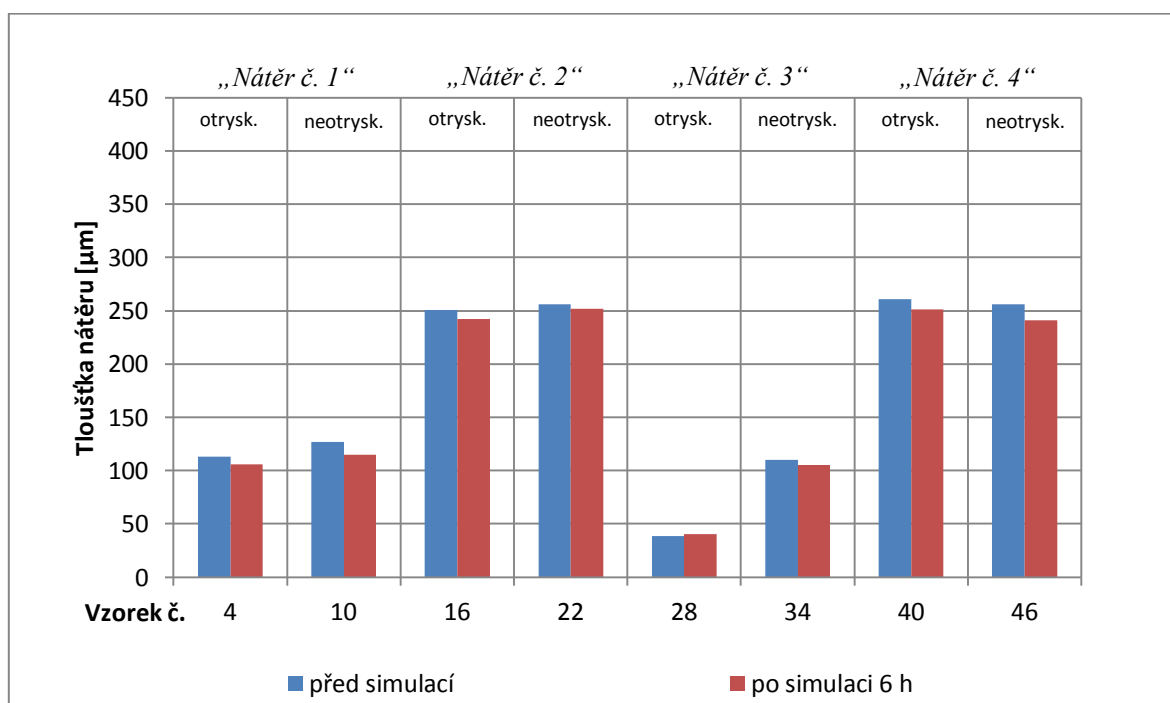
Vzorek	Nátěr	Povrch	Odtrhová strana vzorku						Odstraňovací strana vzorku					
			Měření č.					Průměr	Měření č.					Průměr
			1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
4	„Nátěr č. 1“	Otrysk.	79,3	79,3	70,9	66,2	76	74,34	110	96,2	103	119	101	105,84
10		Neotrysk.	67	58,7	56,8	76,4	54,8	62,74	97,5	118	122	130	108	115,1
16	„Nátěr č. 2“	Otrysk.	170	193	200	165	145	174,6	235	215	252	257	252	242,2
22		Neotrysk.	184	185	202	170	148	177,8	231	280	273	211	265	252
28	„Nátěr č. 3“	Otrysk.	51,3	51,5	39,5	60	54,1	51,28	42,4	42,1	40	48	28	40,1
34		Neotrysk.	100	109	82,4	79,5	55,6	85,3	116	123	109	82,7	95,9	105,32
40	„Nátěr č. 4“	Otrysk.	369	347	371	360	385	366,4	235	250	236	257	279	251,4
46		Neotrysk.	352	328	392	377	324	354,6	253	267	210	242	232	240,8

**Tab. 13 Tabulka naměřených hodnot tloušťek nátěrů u vzorků ponechaných v solné mlze po dobu 360 h**

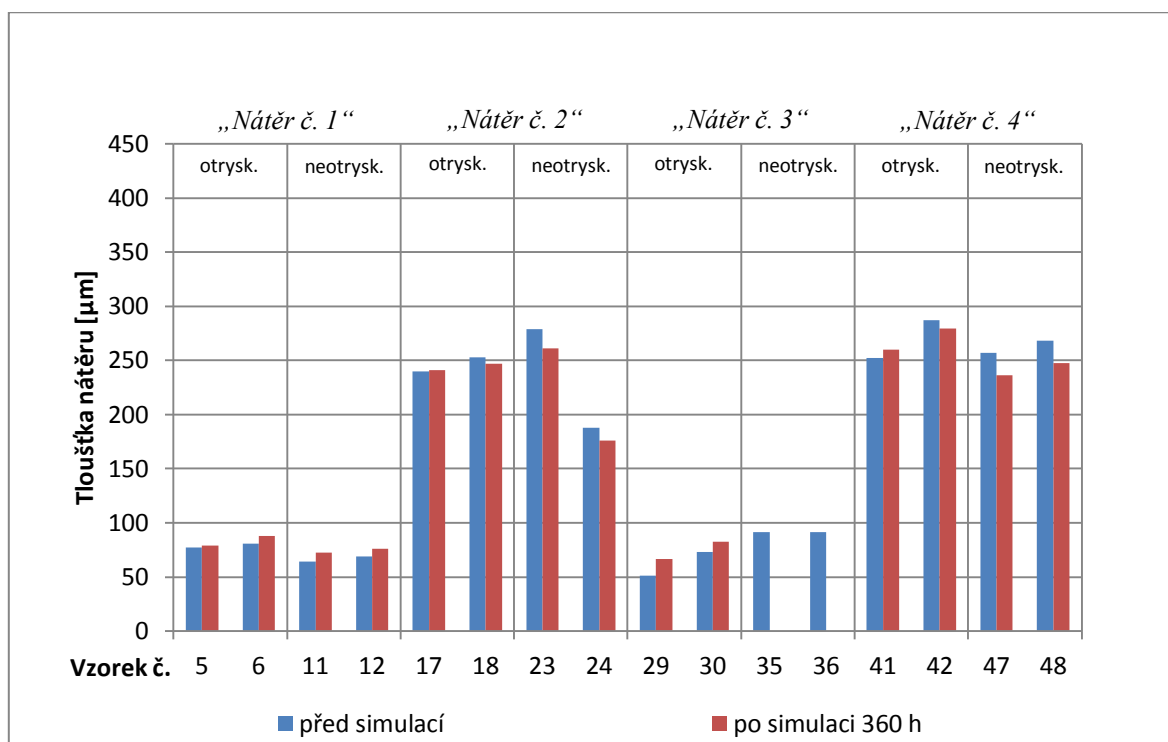
Vzorek	Nátěr	Povrch	Odtrhová strana vzorku						Odstraňovací strana vzorku					
			Měření č.					Průměr	Měření č.					Průměr
			1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
5	„Nátěr č. 1“	Otrysk.	74	72,7	90,7	71,8	87,5	79,34	121	122	128	157	147	135
6			82,8	90,8	93,2	85,8	86,2	87,76	116	113	111	144	145	125,8
11		Neotrysk.	66,4	71,5	75,3	76,9	71,9	72,4	101	105	126	138	137	121,4
12			78,9	72,4	78,4	70,4	80,4	76,1	107	119	122	144	134	125,2
17	„Nátěr č. 2“	Otrysk.	223	237	250	257	237	240,8	177	210	193	207	193	196
18			246	256	270	214	248	246,8	166	186	176	186	195	181,8
23		Neotrysk.	230	255	269	269	284	261,4	145	191	149	150	172	161,4
24			211	163	173	167	165	175,8	194	220	230	231	249	224,8
29	„Nátěr č. 3“	Otrysk.	59,5	67,6	69,1	54	84,1	66,86	102	101	113	108	79,5	100,7
30			94,2	70,1	65,1	90,3	92,9	82,52	95	102	105	131	123	111,2
35		Neotrysk.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	„Nátěr č. 4“	Otrysk.	241	290	231	268	269	259,8	321	306	360	296	286	313,8
42			291	316	267	280	243	279,4	360	384	383	361	313	360,2
47		Neotrysk.	228	226	221	236	270	236,2	281	303	315	314	362	315
48			237	241	232	279	249	247,6	327	368	348	304	307	330,8



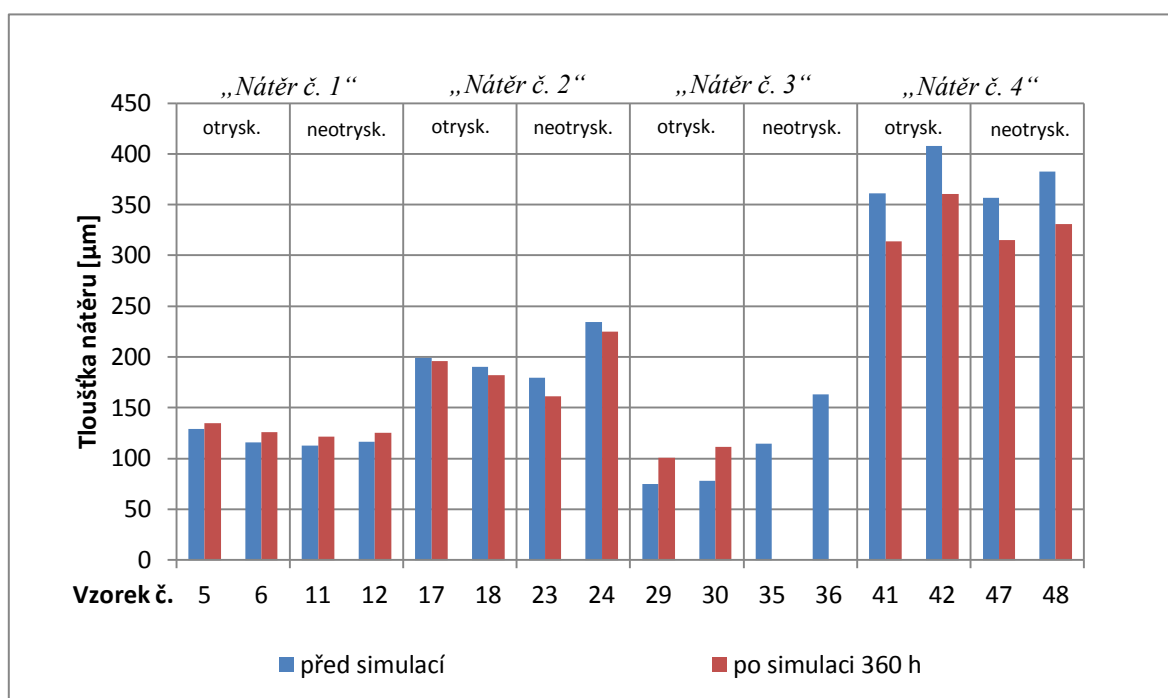
**Obr. 16 Srovnání průměrné tloušťky nátěru na odtrhové straně vzorků před a po simulaci působení prostředí v solné mlze po dobu 6 h**



**Obr. 17 Srovnání průměrné tloušťky nátěru na odstraňovací straně vzorků před a po simulaci působení prostředí v solné mlze po dobu 6 h**



**Obr. 18 Srovnání průměrné tloušťky nátěru na odtrhové straně vzorků před a po simulaci působení prostředí v solné mlze po dobu 360 h**



**Obr. 19 Srovnání průměrné tloušťky nátěru na odstraňovací straně vzorků před a po simulaci působení prostředí v solné mlze po dobu 360 h**

### 6.11. Hodnocení odtrhových zkoušek přilnavosti nátěru

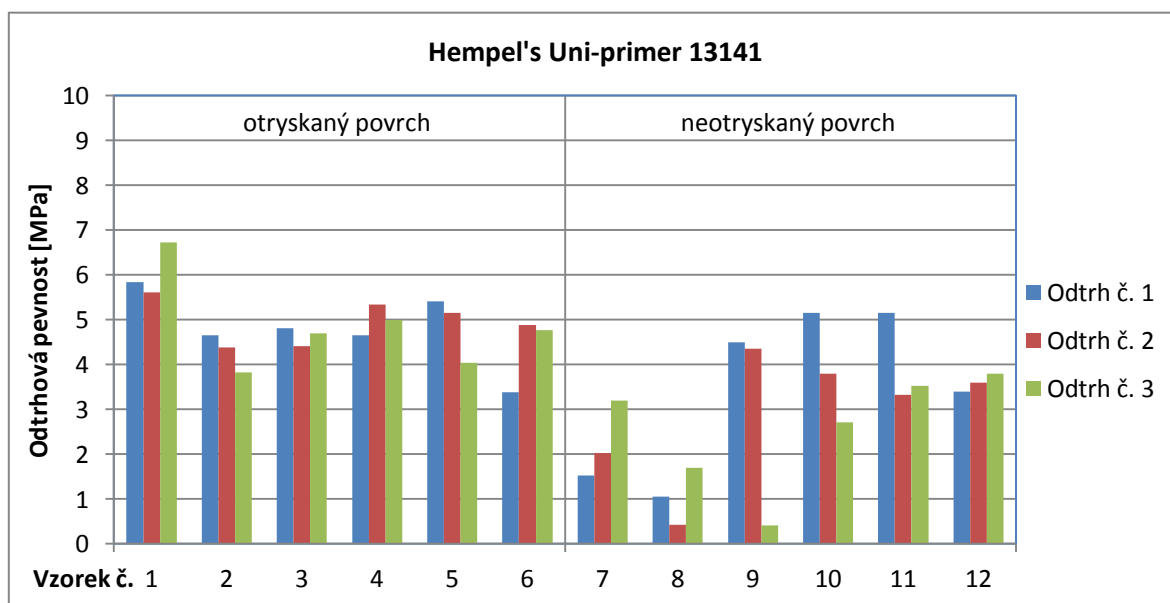
Odtrhovou zkouškou zjistíme minimální tahové napětí, které je nutné k roztržení nejslabší mezifáze (adhezní lom) nebo nejslabší složky (kohezní lom). Dále se poté hodnotí charakter lomu dle ČSN EN ISO 16276-1. Hodnocení je ve formě procentuálního podílu plochy zkušební panenky, který odpovídá některé z vrstev (kohezní lom) nebo mezifáze (adhezní lom). Jednotlivé vrstvy a mezifáze jsou označeny takto:

- A - kohezní lom v podkladu,
- A/B - adhezní lom mezi podkladem a nátěrem,
- B - kohezní lom v nátěru,
- /Y - adhezní lom mezi nátěrem a vrstvou lepidla,
- Y - kohezní lom v lepidle,
- Y/Z - adhezní lom mezi lepidlem a panenkou.

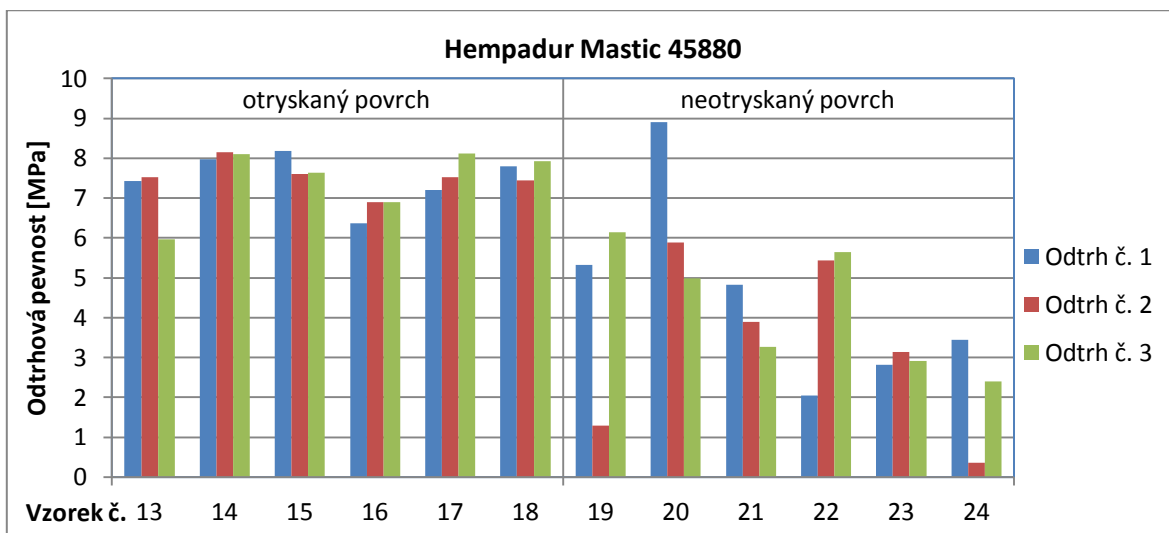
#### 6.11.1. Hodnocení odtrhových zkoušek na odtrhové straně po uplynutí 30 dnů od aplikace nátěru

Odtrhové zkoušky byly provedeny po uplynutí 30 dnů od aplikace nátěru na všech vzorcích na odtrhových stranách. Všechny hodnoty získané těmito zkouškami jsou uvedeny v Tab. 14. V grafech na obr. 20 až 23 je pak přehledné srovnání odtrhových pevností pro jednotlivé nátěrové systémy.

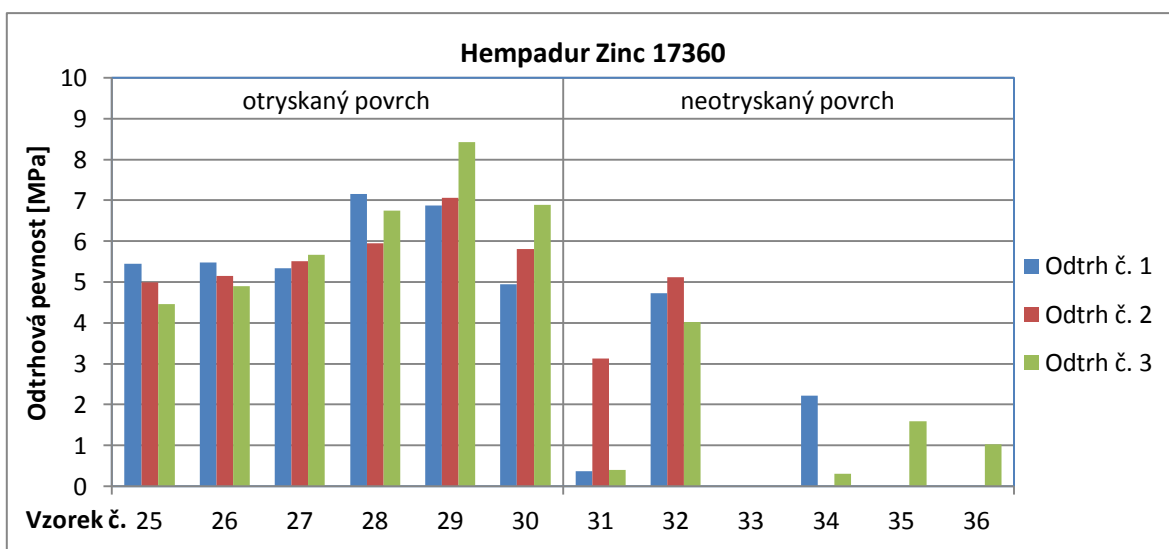
Z uvedených grafů je patrné, že odtrhová pevnost daného nátěru na otryskaných površích je vždy vyšší než na neotryskaných površích.



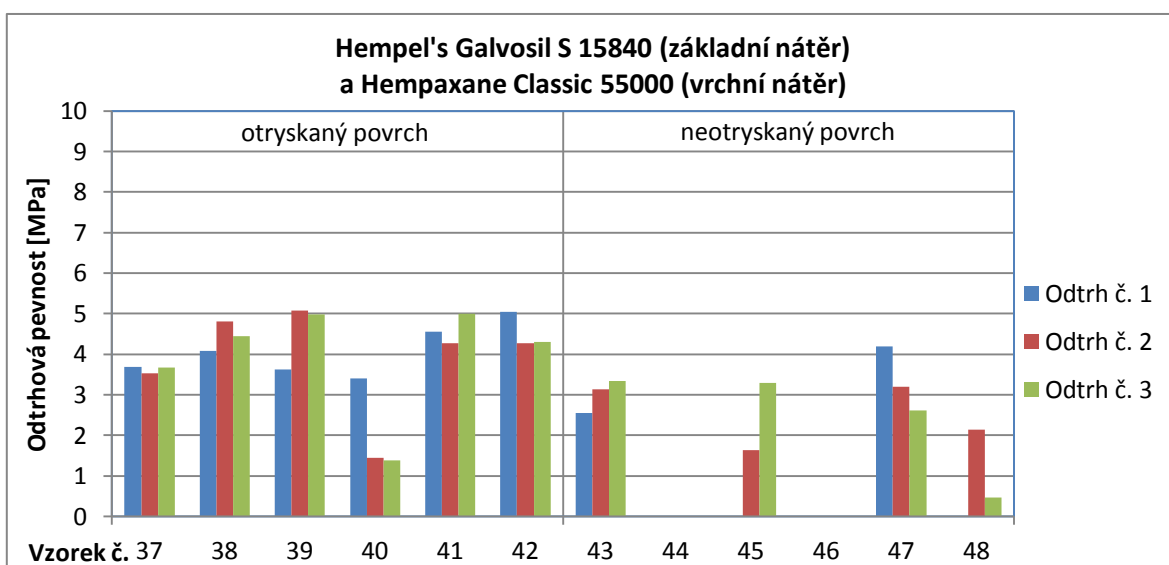
Obr. 20 Odtrhové pevnosti u vzorků s „Nátěrem č. 1“



Obr. 21 Odtrhové pevnosti u vzorků s „Nátěrem č. 2“









Obr. 22 Odtrhové pevnosti u vzorků s „Nátěrem č. 3“









Obr. 23 Odtrhové pevnosti u vzorků s „Nátěrem č. 4“







**Tab. 14 Tabulka hodnocení odtrhů na odtrhové straně po uplynutí 30 dnů od aplikace nátěru**

Nátěrový systém	Vzorek	Číslo odtrhu	Odtrhová pevnost [MPa]	Charakteristika lomu v %						Foto
				A	A/B	B	/Y	Y	Y/Z	
Hempel's Uni-primer 13140	1	1	5,84			100				
		2	5,61			100				
		3	6,73			100				
Hempel's Uni-primer 13140	2	1	4,66			100				
		2	4,38			100				
		3	3,83			100				

Tab. 14 - pokračování







Tabulka hodnotící odtrhy vzorků po uplynutí 30 dnů od aplikace nátěru										
Nátěrový systém	Vzorek	Číslo odtrhu	Odtrhová pevnost [MPa]	Charakteristika lomu v %						Foto
				A	A/B	B	/Y	Y	Y/Z	
Hempel's Uni-primer 13140	3	1	4,81			100				
		2	4,41			95		5		
		3	4,7			100				
Hempel's Uni-primer 13140	4	1	4,65			100				
		2	5,34			100				
		3	5			100				

Tab. 14 - pokračování







Tabulka hodnotící odtrhy vzorků po uplynutí 30 dnů od aplikace nátěru										
Nátěrový systém	Vzorek	Číslo odtrhu	Odtrhová pevnost [MPa]	Charakteristika lomu v %						Foto
				A	A/B	B	/Y	Y	Y/Z	
Hempel's Uni-primer 13140	5	1	5,41			95	5			
		2	5,15			100				
		3	4,04			95	5			
Hempel's Uni-primer 13140	6	1	3,38			100				
		2	4,88			100				
		3	4,77			100				









Tab. 14 - pokračování

Tabulka hodnotící odtrhy vzorků po uplynutí 30 dnů od aplikace nátěru										
Nátěrový systém	Vzorek	Číslo odtrhu	Odtrhová pevnost [MPa]	Charakteristika lomu v %						Foto
				A	A/B	B	/Y	Y	Y/Z	
Hempel's Uni-primer 13140	7	1	1,53		90	10				
		2	2,02		100					
		3	3,19		100					
Hempel's Uni-primer 13140	8	1	1,06		100					
		2	4,3		100					
		3	1,64		100					







Tab. 14 - pokračování

Tabulka hodnotící odtrhy vzorků po uplynutí 30 dnů od aplikace nátěru										
Nátěrový systém	Vzorek	Číslo odtrhu	Odtrhová pevnost [MPa]	Charakteristika lomu v %						Foto
				A	A/B	B	/Y	Y	Y/Z	
Hempel's Uni-primer 13140	9	1	4,5		15	85				
		2	4,36		80	20				
		3	0,41		95	5				
Hempel's Uni-primer 13140	10	1	5,15		95	5				
		2	3,8	5	90	5				
		3	2,71		90	10				







Tab. 14 - pokračování

Tabulka hodnotící odtrhy vzorků po uplynutí 30 dnů od aplikace nátěru										
Nátěrový systém	Vzorek	Číslo odtrhu	Odtrhová pevnost [MPa]	Charakteristika lomu v %						Foto
				A	A/B	B	/Y	Y	Y/Z	
Hempel's Uni-primer 13140	11	1	5,15		50	50				
		2	3,32		80	20				
		3	3,53		40	60				
Hempel's Uni-primer 13140	12	1	3,4	5	80	15				
		2	3,6		95	5				
		3	3,8		95	5				






Tab. 14 - pokračování

Tabulka hodnotící odtrhy vzorků po uplynutí 30 dnů od aplikace nátěru										
Nátěrový systém	Vzorek	Číslo odtrhu	Odtrhová pevnost [MPa]	Charakteristika lomu v %						Foto
				A	A/B	B	/Y	Y	Y/Z	
Hempadur Mastic 45880	13	1	7,43			50	50			
		2	7,53			40	55		5	
		3	5,96			10	90			
Hempadur Mastic 45880	14	1	7,97			85	15			
		2	8,15				80	10	10	
		3	8,1			70	30			

Tab. 14 - pokračování







Tabulka hodnotící odtrhy vzorků po uplynutí 30 dnů od aplikace nátěru										
Nátěrový systém	Vzorek	Číslo odtrhu	Odtrhová pevnost [MPa]	Charakteristika lomu v %						Foto
				A	A/B	B	/Y	Y	Y/Z	
Hempadur Mastic 45880	15	1	8,18			20	75	5		
		2	7,61			20	60	10		
		3	7,63			50	50			
Hempadur Mastic 45880	16	1	6,37				100			
		2	6,9				100			
		3	6,9				100			

Tab. 14 - pokračování





Tabulka hodnotící odtrhy vzorků po uplynutí 30 dnů od aplikace nátěru										
Nátěrový systém	Vzorek	Číslo odtrhu	Odtrhová pevnost [MPa]	Charakteristika lomu v %						Foto
				A	A/B	B	/Y	Y	Y/Z	
Hempadur Mastic 45880	17	1	7,21				100			
		2	7,52				100			
		3	8,12				100			
Hempadur Mastic 45880	18	1	7,8				100			
		2	7,44				100			
		3	7,92				100			



Tab. 14 - pokračování






Tabulka hodnotící odtrhy vzorků po uplynutí 30 dnů od aplikace nátěru										
Nátěrový systém	Vzorek	Číslo odtrhu	Odtrhová pevnost [MPa]	Charakteristika lomu v %						Foto
				A	A/B	B	/Y	Y	Y/Z	
Hempadur Mastic 45880	19	1	5,33		60		40			
		2	1,29		70		30			
		3	6,14		50		50			
Hempadur Mastic 45880	20	1	8,9				100			
		2	5,88		50		50			
		3	4,98		60		40			

Tab. 14 - pokračování







Tabulka hodnotící odtrhy vzorků po uplynutí 30 dnů od aplikace nátěru										
Nátěrový systém	Vzorek	Číslo odtrhu	Odtrhová pevnost [MPa]	Charakteristika lomu v %						Foto
				A	A/B	B	/Y	Y	Y/Z	
Hempadur Mastic 45880	21	1	4,83		70		30			
		2	3,89		60		40			
		3	3,26		80		20			
Hempadur Mastic 45880	22	1	2,04		30		70			
		2	5,44		5		95			
		3	5,64		10		90			









Tab. 14 - pokračování

Tabulka hodnotící odtrhy vzorků po uplynutí 30 dnů od aplikace nátěru										
Nátěrový systém	Vzorek	Číslo odtrhu	Odtrhová pevnost [MPa]	Charakteristika lomu v %						Foto
				A	A/B	B	/Y	Y	Y/Z	
Hempadur Mastic 45880	23	1	2,81		80		20			
		2	3,13	8	80		15			
		3	2,91		80		20			
Hempadur Mastic 45880	24	1	3,44		95		5			
		2	0,36		90		10			
		3	2,4		95		5			







Tab. 14 - pokračování

Tabulka hodnotící odtrhy vzorků po uplynutí 30 dnů od aplikace nátěru										
Nátěrový systém	Vzorek	Číslo odtrhu	Odtrhová pevnost [MPa]	Charakteristika lomu v %						Foto
				A	A/B	B	/Y	Y	Y/Z	
Hempadur Zinc 17360	25	1	5,4			100				
		2	4,99			100				
		3	4,46			100				
Hempadur Zinc 17360	26	1	5,48			100				
		2	5,15			100				
		3	4,9			100				







Tab. 14 - pokračování

Tabulka hodnotící odtrhy vzorků po uplynutí 30 dnů od aplikace nátěru										
Nátěrový systém	Vzorek	Číslo odtrhu	Odtrhová pevnost [MPa]	Charakteristika lomu v %						Foto
				A	A/B	B	/Y	Y	Y/Z	
Hempadur Zinc 17360	27	1	5,34			100				
		2	5,51			100				
		3	5,66			100				
Hempadur Zinc 17360	28	1	7,16			100				
		2	5,94			100				
		3	6,74			100				







Tab. 14 - pokračování

Tabulka hodnotící odtrhy vzorků po uplynutí 30 dnů od aplikace nátěru										
Nátěrový systém	Vzorek	Číslo odtrhu	Odtrhová pevnost [MPa]	Charakteristika lomu v %						Foto
				A	A/B	B	/Y	Y	Y/Z	
Hempadur Zinc 17360	29	1	6,87			100				
		2	7,06			100				
		3	8,42			100				
Hempadur Zinc 17360	30	1	4,95			100				
		2	5,81			100				
		3	6,98			100				

Tab. 14 - pokračování


Tabulka hodnotící odtrhy vzorků po uplynutí 30 dnů od aplikace nátěru										
Nátěrový systém	Vzorek	Číslo odtrhu	Odtrhová pevnost [MPa]	Charakteristika lomu v %						Foto
				A	A/B	B	/Y	Y	Y/Z	
Hempadur Zinc 17360	31	1	0,37		95		5			
		2	3,12		90		10			
		3	0,39		95		5			
Hempadur Zinc 17360	32	1	4,72			100				
		2	5,11			100				
		3	4,02		5	95				

Tab. 14 - pokračování







Tabulka hodnotící odtrhy vzorků po uplynutí 30 dnů od aplikace nátěru										
Nátěrový systém	Vzorek	Číslo odtrhu	Odtrhová pevnost [MPa]	Charakteristika lomu v %						Foto
				A	A/B	B	/Y	Y	Y/Z	
Hempadur Zinc 17360	33	1	0		100					
		2	0		100					
		3	0		100					
Hempadur Zinc 17360	34	1	2,21		85	15				
		2	0		100					
		3	0,3		100					



Tab. 14 - pokračování







Tabulka hodnotící odtrhy vzorků po uplynutí 30 dnů od aplikace nátěru										
Nátěrový systém	Vzorek	Číslo odtrhu	Odtrhová pevnost [MPa]	Charakteristika lomu v %						Foto
				A	A/B	B	/Y	Y	Y/Z	
Hempadur Zinc 17360	35	1	0		100					
		2	0		100					
		3	1,59		80	20				
Hempadur Zinc 17360	36	1	0		100					
		2	0		100					
		3	1,03		100					

Tab. 14 - pokračování







Tabulka hodnotící odtrhy vzorků po uplynutí 30 dnů od aplikace nátěru										
Nátěrový systém	Vzorek	Číslo odtrhu	Odtrhová pevnost [MPa]	Charakteristika lomu v %						Foto
				A	A/B	B	/Y	Y	Y/Z	
Hempel's Galvosil S 15840 (základní nátěr) a Hempaxane Classic 55000 (vrchní nátěr)	37	1	3,69			100				
		2	3,53			100				
		3	3,68			100				
Hempel's Galvosil S 15840 (základní nátěr) a Hempaxane Classic 55000 (vrchní nátěr)	38	1	4,08			100				
		2	4,81			100				
		3	4,45			100				









Tab. 14 - pokračování

Tabulka hodnotící odtrhy vzorků po uplynutí 30 dnů od aplikace nátěru										
Nátěrový systém	Vzorek	Číslo odtrhu	Odtrhová pevnost [MPa]	Charakteristika lomu v %						Foto
				A	A/B	B	/Y	Y	Y/Z	
Hempel's Galvosil S 15840 (základní nátěr) a Hempaxane Classic 55000 (vrchní nátěr)	39	1	3,63			100				
		2	5,08			100				
		3	4,99			100				
Hempel's Galvosil S 15840 (základní nátěr) a Hempaxane Classic 55000 (vrchní nátěr)	40	1	3,41			100				
		2	1,45			100				
		3	1,38			100				



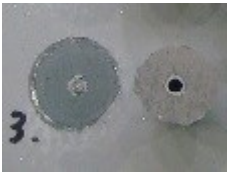



Tab. 14 - pokračování

Tabulka hodnotící odtrhy vzorků po uplynutí 30 dnů od aplikace nátěru										
Nátěrový systém	Vzorek	Číslo odtrhu	Odtrhová pevnost [MPa]	Charakteristika lomu v %						Foto
				A	A/B	B	/Y	Y	Y/Z	
Hempel's Galvosil S 15840 (základní nátěr) a Hempaxane Classic 55000 (vrchní nátěr)	41	1	4,56			95	5			
		2	4,28			100				
		3	5			100				
Hempel's Galvosil S 15840 (základní nátěr) a Hempaxane Classic 55000 (vrchní nátěr)	42	1	5,05			100				
		2	4,28			100				
		3	4,31			100				







Tab. 14 - pokračování

Tabulka hodnotící odtrhy vzorků po uplynutí 30 dnů od aplikace nátěru										
Nátěrový systém	Vzorek	Číslo odtrhu	Odtrhová pevnost [MPa]	Charakteristika lomu v %						Foto
				A	A/B	B	/Y	Y	Y/Z	
Hempel's Galvosil S 15840 (základní nátěr) a Hempaxane Classic 55000 (vrchní nátěr)	43	1	2,55		70	30				
		2	3,13		20	80				
		3	3,34		65	35				
Hempel's Galvosil S 15840 (základní nátěr) a Hempaxane Classic 55000 (vrchní nátěr)	44	1	0		100					
		2	0		100					
		3	0		100					

Tab. 14 - pokračování

Tabulka hodnotící odtrhy vzorků po uplynutí 30 dnů od aplikace nátěru										
Nátěrový systém	Vzorek	Číslo odtrhu	Odtrhová pevnost [MPa]	Charakteristika lomu v %						Foto
				A	A/B	B	/Y	Y	Y/Z	
Hempel's Galvosil S 15840 (základní nátěr) a Hempaxane Classic 55000 (vrchní nátěr)	45	1	0		100					
		2	1,64		95	5				
		3	3,29		100					
Hempel's Galvosil S 15840 (základní nátěr) a Hempaxane Classic 55000 (vrchní nátěr)	46	1	0		100					
		2	0		100					
		3	0		100					

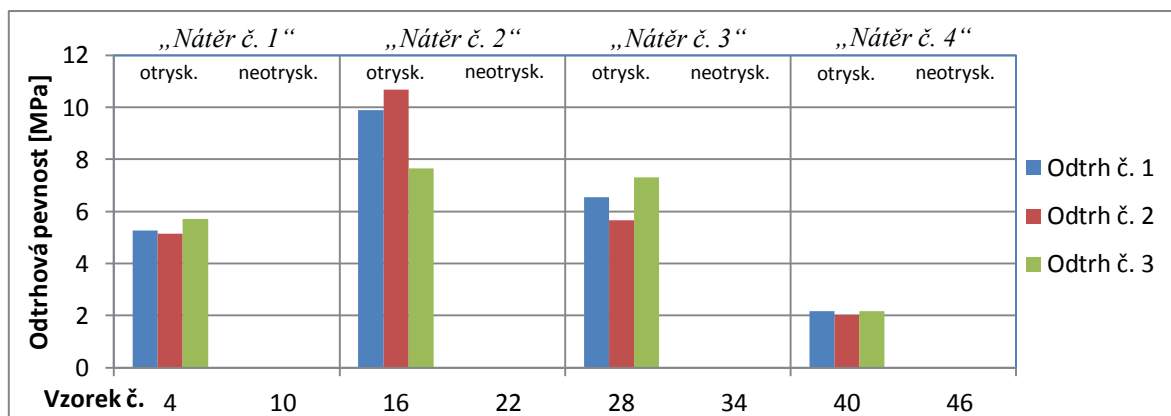
Tab. 14 - pokračování

Tabulka hodnotící odtrhy vzorků po uplynutí 30 dnů od aplikace nátěru										
Nátěrový systém	Vzorek	Číslo odtrhu	Odtrhová pevnost [MPa]	Charakteristika lomu v %						Foto
				A	A/B	B	/Y	Y	Y/Z	
Hempel's Galvosil S 15840 (základní nátěr) a Hempaxane Classic 55000 (vrchní nátěr)	47	1	4,2	10		70	20			
		2	3,2		50	50				
		3	2,61		50	50				
Hempel's Galvosil S 15840 (základní nátěr) a Hempaxane Classic 55000 (vrchní nátěr)	48	1	0		100					
		2	2,14		50	50				
		3	0,46		50	50				

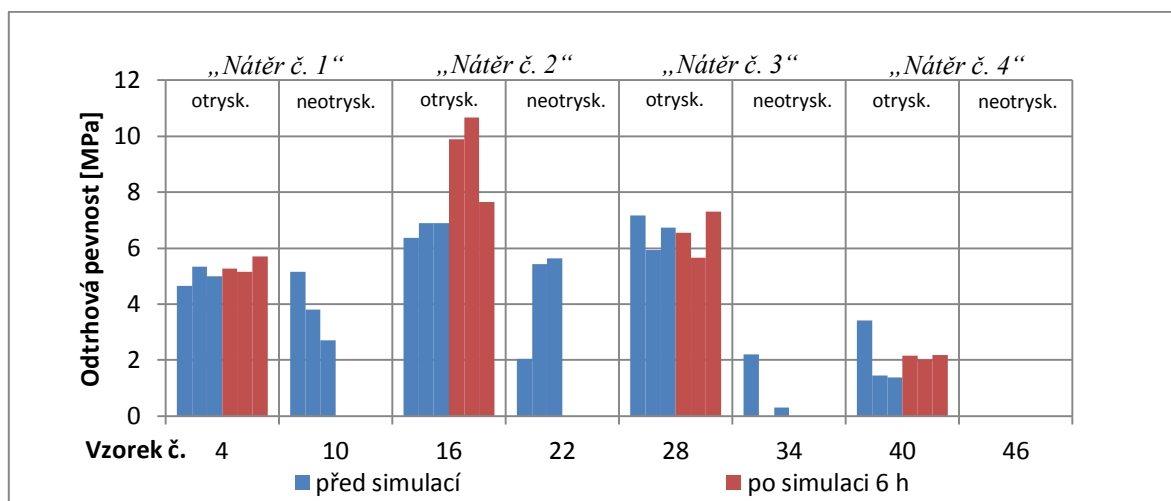
### 6.11.2. Hodnocení odtrhových zkoušek přilnavosti nátěru na odtrhové straně po simulaci působení prostředí v solné mlze po dobu 6 h

Na vzorcích, které byly v korozní komoře po dobu 6 h, se pro srovnání s hodnotami před simulací provedly opětovně odtrhové zkoušky na odtrhové straně. Hodnocení těchto odtrhových zkoušek je stejné, jako v předchozím případě (viz. kap. 6.11, str. 56).

Hodnoty získané touto zkouškou jsou uvedeny v Tab. 15 a v grafu na obr. 24. Na obr. 25 je pak přehledné srovnání odtrhových pevností nátěru před a po simulaci působení korozního prostředí.



Obr. 24 Odtrhové pevnosti u vzorků po simulaci v solné mlze po dobu 6 h









Obr. 25 Srovnání odtrhové pevnosti nátěru před a po simulaci působení prostředí v solné mlze po dobu 6 h







Z grafu na obr. 25 je patrné, že simulace působení korozního prostředí C5 i jen po dobu 6 h stačí k tomu, aby na neotryskaných površích došlo k poruše vazby nátěru na podkladu. U „nátěru č. 2“ na otryskaném povrchu došlo naopak ke zpevnění díky nasycení polymerové složky nátěru vlhkostí ze solné mlhy.



Tab. 15 Tabulka hodnotící odtrhy vzorků ponechaných v solné mlze po dobu 6 h



Nátěrový systém	Vzorek	Číslo odtrhu	Odtrhová pevnost [MPa]	Charakteristika lomu v %						Foto
				A	A/B	B	/Y	Y	Y/Z	
Hempel's Uni-primer 13140	4	1	5,27			100				
		2	5,15			100				
		3	5,7			100				
Hempel's Uni-primer 13140	10	1	0		100					
		2	0		100					
		3	0		100					

Tab. 15 - pokračování







Tabulka hodnotící odtrhy vzorků ponechaných v solné mlze po dobu 6 h										
Nátěrový systém	Vzorek	Číslo odtrhu	Odtrhová pevnost [MPa]	Charakteristika lomu v %						Foto
				A	A/B	B	/Y	Y	Y/Z	
Hempadur Mastic 45880	16	1	9,88				100			
		2	10,68			5	95			
		3	7,65				100			
Hempadur Mastic 45880	22	1	0		100					
		2	0		100					
		3	0		100					



Tab. 15 - pokračování

Tabulka hodnotící odtrhy vzorků ponechaných v solné mlze po dobu 6 h										
Nátěrový systém	Vzorek	Číslo odtrhu	Odtrhová pevnost [MPa]	Charakteristika lomu v %						Foto
				A	A/B	B	/Y	Y	Y/Z	
Hempadur Zinc 17360	28	1	6,55			100				
		2	5,65			100				
		3	7,3			100				
Hempadur Zinc 17360	34	1	0		100					
		2	0		100					
		3	0		100					

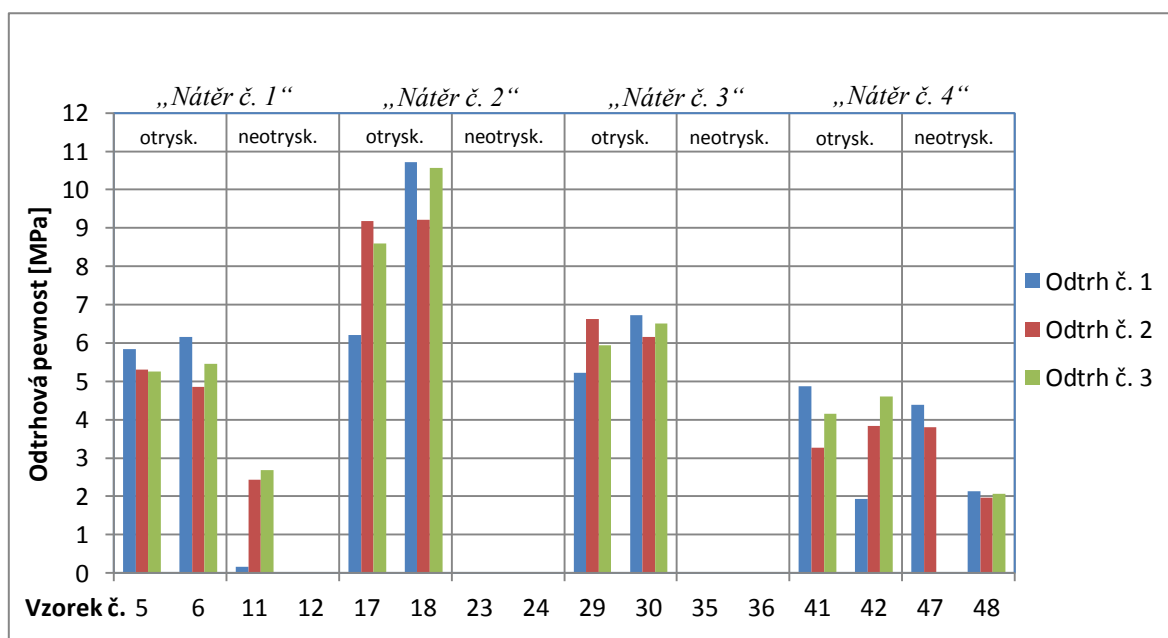
Tab. 15 - pokračování

Tabulka hodnotící odtrhy vzorků ponechaných v solné mlze po dobu 6 h										
Nátěrový systém	Vzorek	Číslo odtrhu	Odtrhová pevnost [MPa]	Charakteristika lomu v %						Foto
				A	A/B	B	/Y	Y	Y/Z	
Hempel's Galvosil S 15840 (základní nátěr) a Hempaxane Classic 55000 (vrchní nátěr)	40	1	2,16			100				
		2	2,02			100				
		3	2,17			100				
Hempel's Galvosil S 15840 (základní nátěr) a Hempaxane Classic 55000 (vrchní nátěr)	46	1	0		100					
		2	0		100					
		3	0		100					

### 6.11.3. Hodnocení odtrhových zkoušek přilnavosti nátěru na odtrhové straně po simulaci působení prostředí v solné mlze po dobu 360 h

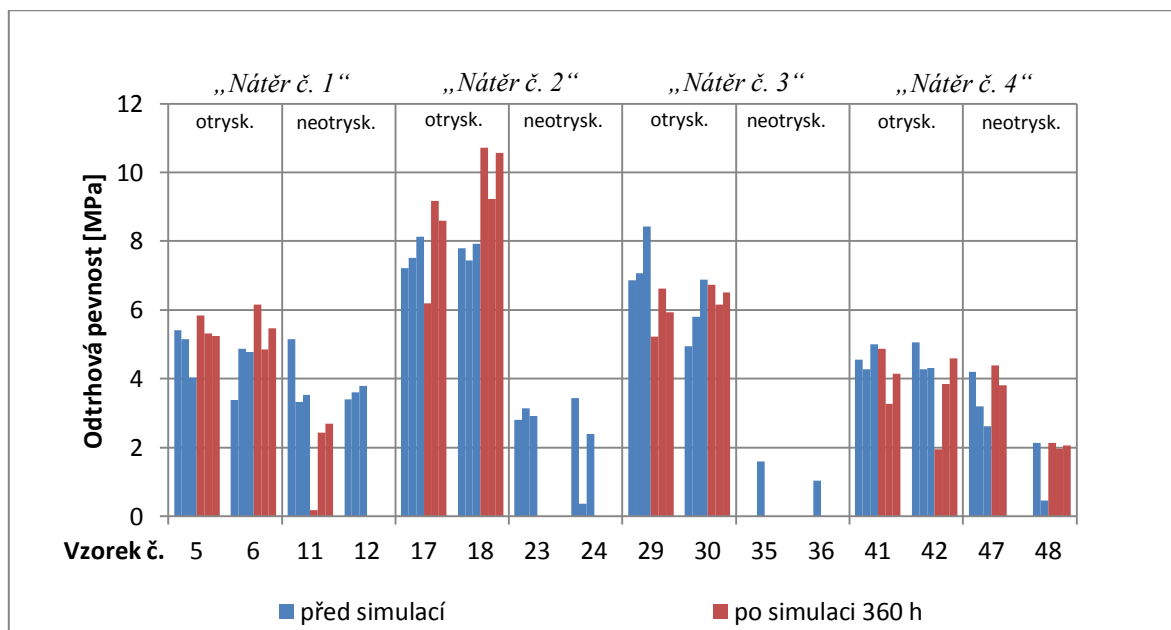
Na vzorcích, které byly v korozní komoře po dobu 360 h, se pro srovnání s hodnotami před simulací provedly opětovně odtrhové zkoušky na odtrhové straně. Hodnocení těchto odtrhových zkoušek je stejné, jako v předchozím případě (viz. kap. 6.11, str. 56).

Hodnoty získané touto zkouškou jsou uvedeny v Tab. 16 a na obr. 26. Na obr. 27 je pak přehledné srovnání odtrhových pevností nátěru před a po simulaci působení korozního prostředí.

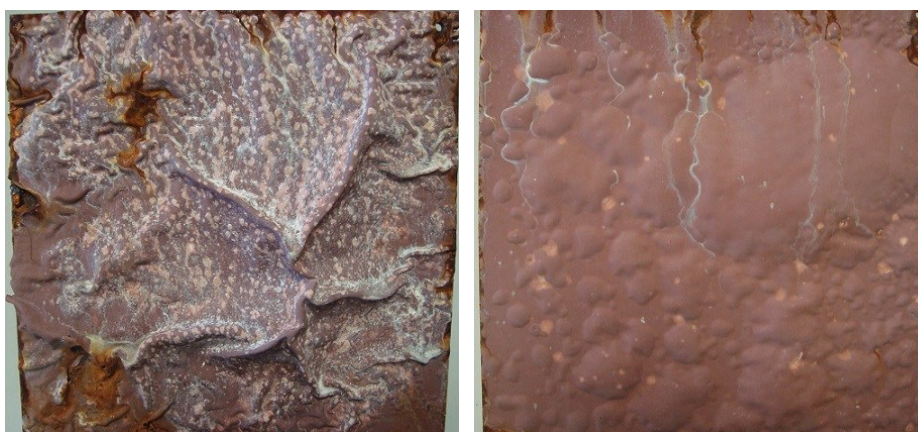


**Obr. 26 Odrhové pevnosti na odtrhové straně u vzorků po simulaci v solné mlze po dobu 360 h**

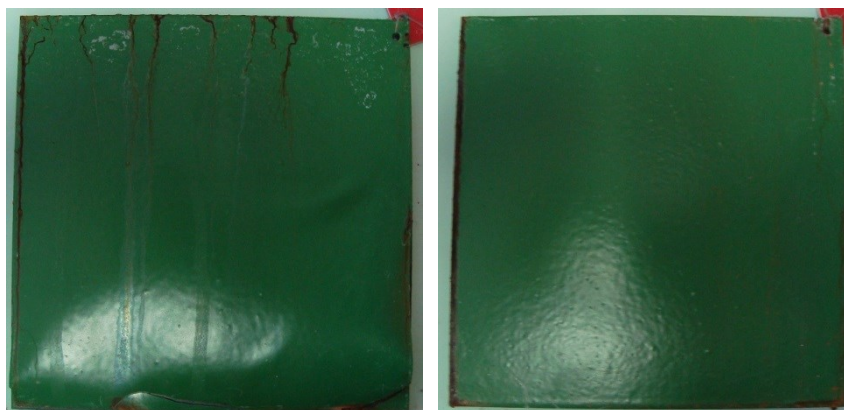
Z grafu na obr. 27 jsou ještě více patrné změny, ke kterým dochází při působení korozního prostředí C5, uvedené v hodnocení v kap. 6.11.2. Na neotryskaných površích došlo k úplné degradaci vazby nátěrového systému na podkladovém materiálu. Toto je nejvíce patrné u vzorků č. 35 a 36 – viz. obr. 28, kde bylo bobtnáním vytvořeno „pohoří“. U těchto vzorků nebyly odtrhové zkoušky po simulaci vůbec provedeny, nátěr vůbec na podkladu nedržel a odpadával sám. Obdobný výsledek byl u vzorků č. 23 a 24 – viz obr. 29, kde došlo k odloupení nátěrového filmu od podkladu.



**Obr. 27 Srovnání odtrhové pevnosti nátěru před a po simulaci působení prostředí v solné mlze po dobu 360 h**









**Obr. 28 Degradace nátěru po působení solné mlhy po dobu 360 h – vzorek č. 35 (vlevo) a 36 (vpravo)**









**Obr. 29 Degradace nátěru po působení solné mlhy po dobu 360 h – vzorek č. 23 (vlevo) a 24 (vpravo)**

**Tab. 16 Tabulka hodnotící odtrhy na odtrhové straně vzorků ponechaných v solné mlze po dobu 360 h**







Nátěrový systém	Vzorek	Číslo odtrhu	Odtrhová pevnost [MPa]	Charakteristika lomu v %						Foto
				A	A/B	B	/Y	Y	Y/Z	
Hempel's Uni-primer 13140	5	1	5,84			90	10			
		2	5,31			95	5			
		3	5,25			95	5			
Hempel's Uni-primer 13140	6	1	6,15			95	5			
		2	4,85			95	5			
		3	5,48			95	5			

Tab. 16 - pokračování







Tabulka hodnotící odtrhy na odtrhové straně vzorků ponechaných v solné mlze po dobu 360 h										
Nátěrový systém	Vzorek	Číslo odtrhu	Odtrhová pevnost [MPa]	Charakteristika lomu v %						Foto
				A	A/B	B	/Y	Y	Y/Z	
Hempel's Uni-primer 13140	11	1	0,17	5	50	45				
		2	2,43	5	60	35				
		3	2,64	10	30	60				
Hempel's Uni-primer 13140	12	1	0		100					
		2	0		100					
		3	0		95	5				



Tab. 16 - pokračování







Tabulka hodnotící odtrhy na odtrhové straně vzorků ponechaných v solné mlze po dobu 360 h										
Nátěrový systém	Vzorek	Číslo odtrhu	Odtrhová pevnost [MPa]	Charakteristika lomu v %						Foto
				A	A/B	B	/Y	Y	Y/Z	
Hempadur Mastic 45880	17	1	6,2				70	30		
		2	9,18			10	80	10		
		3	8,59				95	5		
Hempadur Mastic 45880	18	1	10,72			40	60			
		2	9,22			20	70		10	
		3	10,56			60			40	

Tab. 16 - pokračování






Tabulka hodnotící odtrhy na odtrhové straně vzorků ponechaných v solné mlze po dobu 360 h										
Nátěrový systém	Vzorek	Číslo odtrhu	Odtrhová pevnost [MPa]	Charakteristika lomu v %						Foto
				A	A/B	B	/Y	Y	Y/Z	
Hempadur Mastic 45880	23	1	0	5	95					
		2	0	5	95					
		3	0		100					
Hempadur Mastic 45880	24	1	0	5	95					
		2	0		100					
		3	0		100					









Tab. 16 - pokračování

Tabulka hodnotící odtrhy na odtrhové straně vzorků ponechaných solné mlze po dobu 360 h										
Nátěrový systém	Vzorek	Číslo odtrhu	Odtrhová pevnost [MPa]	Charakteristika lomu v %						Foto
				A	A/B	B	/Y	Y	Y/Z	
Hempadur Zinc 17360	29	1	5,22			80	20			
		2	6,62			95	5			
		3	5,94			85	15			
Hempadur Zinc 17360	30	1				70	25	5		
		2				90	10			
		3				95	5			

Tab. 16 - pokračování

Tabulka hodnotící odtrhy na odtrhové straně vzorků ponechaných v solné mlze po dobu 360 h										
Nátěrový systém	Vzorek	Číslo odtrhu	Odtrhová pevnost [MPa]	Charakteristika lomu v %						Foto
				A	A/B	B	/Y	Y	Y/Z	
Hempel's Galvosil S 15840 (základní nátěr) a Hempaxane Classic 55000 (vrchní nátěr)	41	1	4,87			100				
		2	3,27			100				
		3	4,15							
Hempel's Galvosil S 15840 (základní nátěr) a Hempaxane Classic 55000 (vrchní nátěr)	42	1	1,94			100				
		2	3,84			100				
		3	4,6			100				

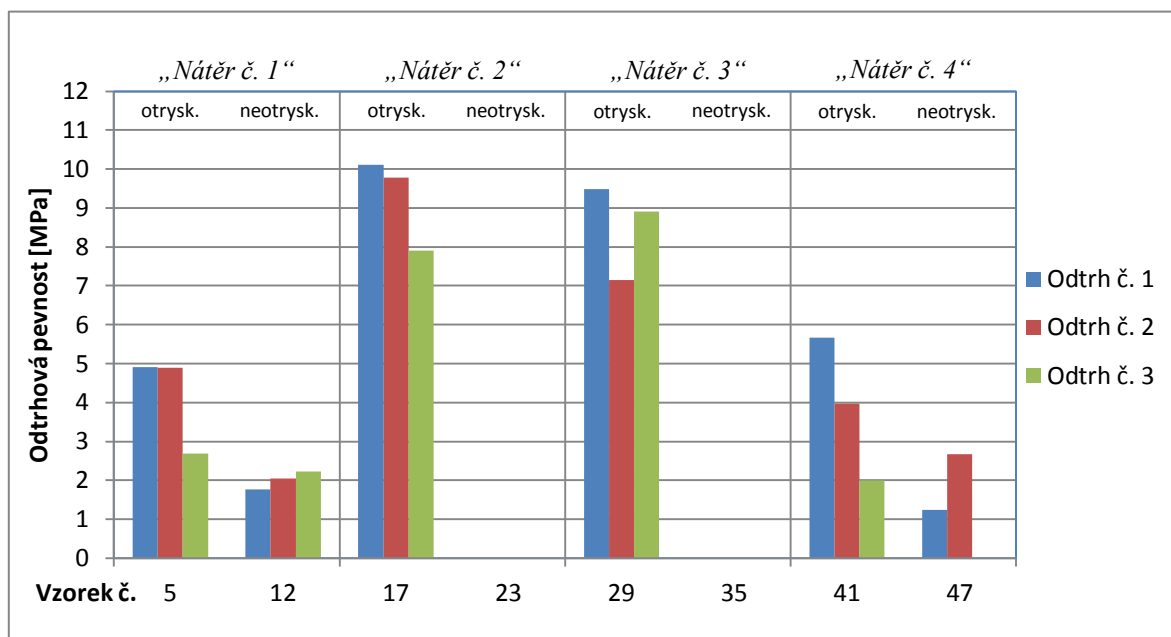
Tab. 16 - pokračování

Tabulka hodnotící odtrhy na odtrhové straně vzorků ponechaných v solné mlze po dobu 360 h										
Nátěrový systém	Vzorek	Číslo odtrhu	Odtrhová pevnost [MPa]	Charakteristika lomu v %						Foto
				A	A/B	B	/Y	Y	Y/Z	
Hempel's Galvosil S 15840 (základní nátěr) a Hempaxane Classic 55000 (vrchní nátěr)	47	1	4,39	5	95					
		2	3,81	5	95					
		3	0		100					
Hempel's Galvosil S 15840 (základní nátěr) a Hempaxane Classic 55000 (vrchní nátěr)	48	1	2,13		100					
		2	1,97		100					
		3	2,06		100					

#### 6.11.4. Hodnocení odtrhových zkoušek přilnavosti nátěru na odstraňovací straně po simulaci působení prostředí v solné mlze po dobu 360 h

Pro lepší představu o stavu nátěrového filmu před odstraňováním nátěru byla provedena u vybraných vzorků odtrhová zkouška na odstraňovacích stranách. Hodnocení těchto odtrhových zkoušek je stejné, jako v předchozím případě (viz. kap. 6.11, str. 56).







Hodnoty získané touto zkouškou jsou uvedeny v Tab. 17 a na obr. 30.









**Obr. 30 Odtřhové pevnosti na odstraňovací straně u vzorků po simulaci v solné mlze po dobu 360 h**

Vzhledem k porušení vazby nátěrového systému na podkladovém materiálu u vzorků č. 23 a 35 (viz kap. 6.11.3), nebyly u těchto vzorků odtrhové zkoušky na odstraňovacích stranách po simulaci vůbec provedeny.

**Tab. 17 Tabulka hodnotící odtrhy na odstraňovací straně vzorků ponechaných v solné mlze po dobu 360 h**







Nátěrový systém	Vzorek	Číslo odtrhu	Odtřihová pevnost [MPa]	Charakteristika lomu v %						Foto
				A	A/B	B	/Y	Y	Y/Z	
Hempel's Uni-primer 13140	5	1	4,91			100				
		2	4,9			100				
		3	2,69		10	90				
Hempel's Uni-primer 13140	12	1	1,76		50	50				
		2	2,05		40	60				
		3	2,23		50	50				

Tab. 17 - pokračování

Tabulka hodnotící odtrhy na odstraňovací straně vzorků ponechaných v solné mlze po dobu 360 h										
Nátěrový systém	Vzorek	Číslo odtrhu	Odtrhová pevnost [MPa]	Charakteristika lomu v %						Foto
				A	A/B	B	/Y	Y	Y/Z	
Hempadur Mastic 45880	17	1	10,11			100				
		2	9,78			95	5			
		3	7,9			100				
Hempadur Zinc 17360	29	1	9,49			70	30			
		2	7,15			80	20			
		3	8,95			70	30			



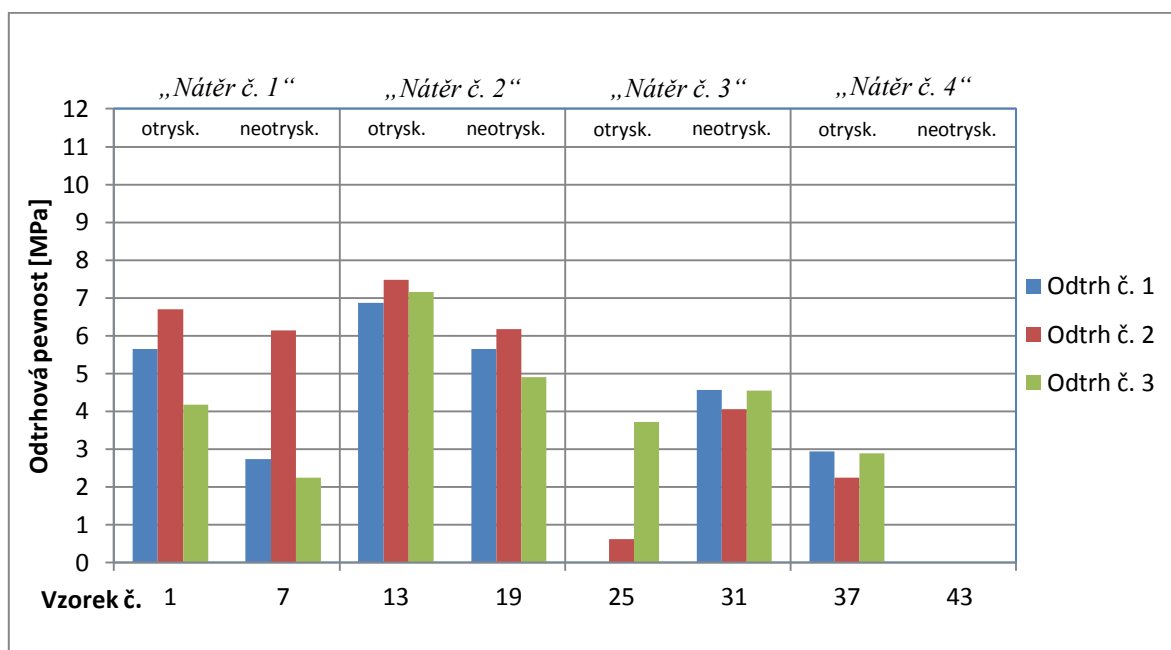
Tab. 17 - pokračování

Tabulka hodnotící odtrhy na odstraňovací straně vzorků ponechaných v solné mlze po dobu 360 h										
Nátěrový systém	Vzorek	Číslo odtrhu	Odtrhová pevnost [MPa]	Charakteristika lomu v %						Foto
				A	A/B	B	/Y	Y	Y/Z	
Hempel's Galvosil S 15840 (základní nátěr) a Hempaxane Classic 55000 (vrchní nátěr)	41	1	5,66			100				
		2	3,97			100				
		3	2			100				
Hempel's Galvosil S 15840 (základní nátěr) a Hempaxane Classic 55000 (vrchní nátěr)	47	1	1,24	15	15	70				
		2	2,67		15	85				
		3	0	5	95					

### 6.11.5. Hodnocení odtrhových zkoušek přilnavosti nátěru na odstraňovací straně po působení provozních podmínek výrobního podniku po dobu 1 měsíce

Pro lepší představu o stavu nátěrového filmu před odstraňováním nátěru byla provedena u vybraných vzorků odtrhová zkouška na odstraňovacích stranách. Hodnocení těchto odtrhových zkoušek je stejné, jako v předchozím případě (viz. kap. 6.11, str. 56).







Hodnoty získané touto zkouškou jsou uvedeny v Tab. 18 a na obr. 31.









Obr. 31 Odtrhové pevnosti u vzorků po působení provozních podmínek









**Tab. 18 Tabulka hodnotící odtrhy na odstraňovací straně vzorků ponechaných v provozních podmínkách výrobního podniku po dobu 1 měsíce po uplynutí 30 dnů od aplikace nátěru**

Nátěrový systém	Vzorek	Číslo odtrhu	Odtrhová pevnost [MPa]	Charakteristika lomu v %						Foto
				A	A/B	B	/Y	Y	Y/Z	
Hempel's Uni-primer 13140	1	1	5,64			100				
		2	6,7			100				
		3	4,17			100				
Hempel's Uni-primer 13140	7	1	2,73		35	65				
		2	6,14		80	20				
		3	2,25		95	5				







Tab. 18 - pokračování

Tabulka hodnotící odtrhy vzorků ponechaných v provozních podmínkách po dobu 1 měsíce										
Nátěrový systém	Vzorek	Číslo odtrhu	Odtrhová pevnost [MPa]	Charakteristika lomu v %						Foto
				A	A/B	B	/Y	Y	Y/Z	
Hempadur Mastic 45880	13	1	6,87			90	10			
		2	7,48			70	30			
		3	7,16			80	20			
Hempadur Mastic 45880	19	1	5,64		40		60			
		2	6,18		35		65			
		3	4,91		10		90			

Tab. 18 - pokračování

Tabulka hodnotící odtrhy vzorků ponechaných v provozních podmínkách po dobu 1 měsíce										
Nátěrový systém	Vzorek	Číslo odtrhu	Odtrhová pevnost [MPa]	Charakteristika lomu v %						Foto
				A	A/B	B	/Y	Y	Y/Z	
Hempadur Zinc 17360	25	1	0				100			
		2	0,61				100			
		3	3,72				100			
Hempadur Zinc 17360	31	1	4,56			100				
		2	4,06		20	80				
		3	4,54		5	95				

Tab. 18 - pokračování

Tabulka hodnotící odtrhy vzorků ponechaných v provozních podmínkách po dobu 1 měsíce										
Nátěrový systém	Vzorek	Číslo odtrhu	Odtrhová pevnost [MPa]	Charakteristika lomu v %						Foto
				A	A/B	B	/Y	Y	Y/Z	
Hempel's Galvosil S 15840 (základní nátěr) a Hempaxane Classic 55000 (vrchní nátěr)	37	1	2,94			100				
		2	2,24			100				
		3	2,88			100				
Hempel's Galvosil S 15840 (základní nátěr) a Hempaxane Classic 55000 (vrchní nátěr)	43	1	0		100					
		2	0		100					
		3	0		100					

## 6.12. Chemické odstranění nátěru

Pro chemické odstranění nátěru byly vybrány tři dostupné odstraňovače nátěrů:

- „*Odstraňovač č. 1*“: MAX COLOR – Odstraňovač starých nátěrů – razantní (ve spreji)
- „*Odstraňovač č. 2*“: Odstraňovač starých náterov Extra (COLOR COMPANY)
- „*Odstraňovač č. 3*“: Odstraňovač starých nátěrů Extra (BARVY A LAKY HOSTIVÁŘ)

Odstraňovače byly nanесeny obyčejným štětcem s dlouhými vlasy z umělého vlákna a nechaly se působit po stanovené doby. Narušený nátěr se pak setřel jednou špachtlí, plynule jedním směrem. Poté se hodnotila míra odstranění nátěru. Pro hodnocení se použila mnou navržena vlastní hodnoticí tabulka – viz Tab. 5.

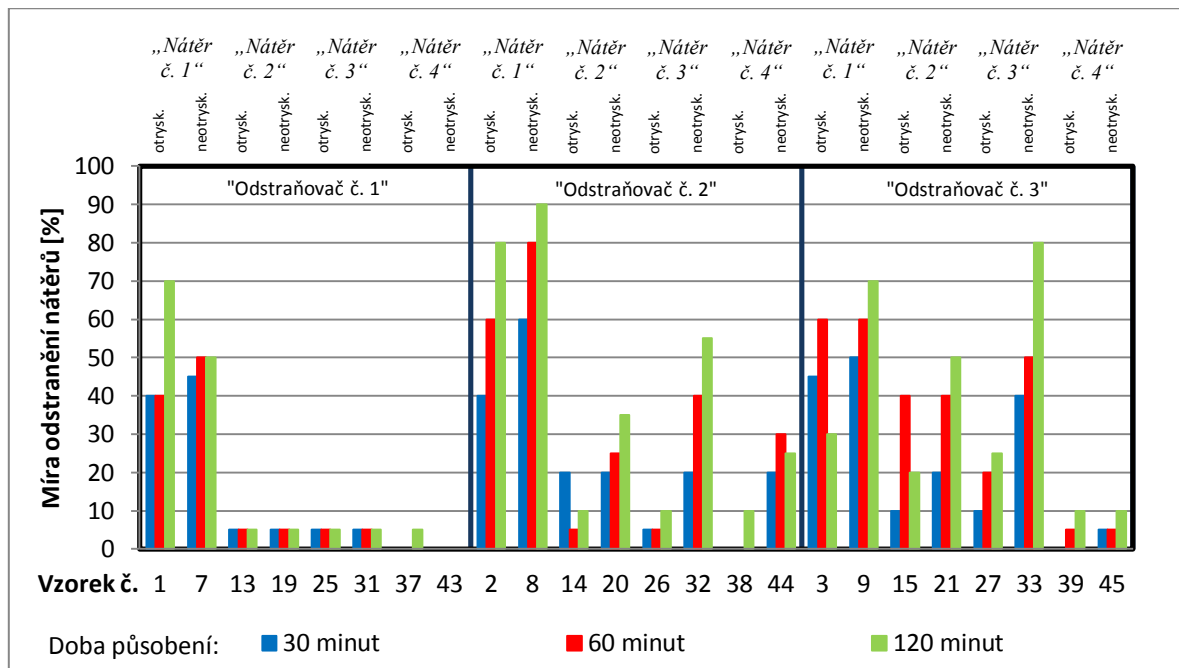
### 6.12.1. Hodnocení míry odstranění nátěru u vzorků vystavených působení provozních podmínek výrobního podniku po dobu 1 měsíce

Bylo provedeno chemické odstranění nátěru výše uvedeným způsobem na vzorcích, které byly ponechány v provozních podmínkách výrobního podniku po dobu 30 dnů. Následně byla zhodnocena míra odstranění nátěru. Výsledky jsou uvedeny v Tab. 19 a v grafu na obr. 32.

Výsledky aplikace odstraňovače starých nátěrů – razantního MAX COLOR (ve spreji) „*Odstraňovač č. 1*“ byly uspokojivé pouze na vzorcích s „*Nátěrem č. 1*“.

Odstraňovač starých náterov Extra COLOR COMPANY „*Odstraňovač č. 2*“ odstranil „*Nátěr č. 1*“ nejlépe z použitých odstraňovačů, u ostatních nátěrů se projevil lépe, než „*Odstraňovač č. 1*“, ale hůře než „*Odstraňovač č. 3*“. Lepšího efektu odstranění bylo dosaženo u neotryskaného povrchu, nejlepší účinek byl dosažen při nejdelší době působení.










U odstraňovače starých nátěrů Extra BARVY A LAKY HOSTIVÁŘ „*Odstraňovač č. 3*“ byly výsledky rovnovážnější, u „*Nátěru č. 2*“ a „*Nátěru č. 3*“ se jeví o něco lepší, než u „*Odstraňovače č. 2*“. Lepšího efektu odstranění bylo dosaženo u neotryskaného povrchu, nejlepší účinek byl dosažen při nejdelší době působení.



**Obr. 32 Míra odstranění nátěru na vzorcích ponechaných v provozních podmínkách výrobního podniku po dobu 1 měsíce**












**Tab. 19 Tabulka hodnotící míru odstranění nátěru na odstraňovací straně vzorků ponechaných v provozních podmínkách výrobního podniku po dobu 1 měsíce po uplynutí 30 dnů od aplikace nátěru**

Vzorek	Nátěrový systém	Tl. nátěru*		Odstraňovač	Doba působení [min]	Míra odstranění nátěru [%]	Foto
		Povrch	Tl. nátěru*				
1	Hempel's Uni-primer 13140	otryskaný	66,9	Odstraňovač starých nátěrů – razantní MAX COLOR (ve spreji)	30	40	
					60	40	
					120	70	
2	Hempel's Uni-primer 13140	otryskaný	119,2	Odstraňovač starých náterov Extra COLOR COMPANY	30	40	
					60	60	
					120	80	
3	Hempel's Uni-primer 13140	otryskaný	118	Odstraňovač starých nátěrů Extra BARVY A LAKY HOSTIVÁŘ	30	45	
					60	60	
					120	30	

\* Průměrná tloušťka nátěru na odstraňovací straně (z Tab. 11) [μm]










Tab. 19 - pokračování

Tabulka hodnotící míru odstranění nátěru u vzorků ponechaných v provozních podmínkách						
Vzorek	Nátěrový systém	Tl. nátěru*	Odstraňovač	Doba působení [min]	Míra odstranění nátěru [%]	Foto
		Povrch				
7	Hempel's Uni-primer 13140	120,6	Odstraňovač starých nátěrů – razantní MAX COLOR (ve spreji)	30	45	
		neotryskaný		60	50	
				120	50	
8	Hempel's Uni-primer 13140	127,4	Odstraňovač starých náterov Extra COLOR COMPANY	30	60	
		neotryskaný		60	80	
				120	90	
9	Hempel's Uni-primer 13140	124,4	Odstraňovač starých nátěrů Extra BARVY A LAKY HOSTIVÁŘ	30	50	
		neotryskaný		60	60	
				120	70	

\* Průměrná tloušťka nátěru na odstraňovací straně (z Tab. 11) [μm]



Tab. 19 - pokračování

Tabulka hodnotící míru odstranění nátěru u vzorků ponechaných v provozních podmínkách							
Vzorek	Nátěrový systém	Tl. nátěru*		Odstraňovač	Doba působení [min]	Míra odstranění nátěru [%]	Foto
		Povrch					
13	Hempadur Mastic 45880	otryskaný	222,4	Odstraňovač starých nátěrů – razantní MAX COLOR (ve spreji)	30	5	
					60	5	
					120	5	
14	Hempadur Mastic 45880	otryskaný	236,2	Odstraňovač starých náterov Extra COLOR COMPANY	30	20	
					60	5	
					120	10	
15	Hempadur Mastic 45880	otryskaný	249,4	Odstraňovač starých nátěrů Extra BARVY A LAKY HOSTIVÁŘ	30	10	
					60	40	
					120	20	

\* Průměrná tloušťka nátěru na odstraňovací straně (z Tab. 11) [μm]

Tab. 19 - pokračování

Tabulka hodnotící míru odstranění nátěru u vzorků ponechaných v provozních podmínkách							
Vzorek	Nátěrový systém	Tl. nátěru*		Odstraňovač	Doba působení [min]	Míra odstranění nátěru [%]	Foto
		Povrch					
19	Hempadur Mastic 45880	neotryskaný	236,6	Odstraňovač starých nátěrů – razantní MAX COLOR (ve spreji)	30	5	
					60	5	
					120	5	
20	Hempadur Mastic 45880	neotryskaný	246,6	Odstraňovač starých náterov Extra COLOR COMPANY	30	20	
					60	25	
					120	35	
21	Hempadur Mastic 45880	neotryskaný	251,2	Odstraňovač starých nátěrů Extra BARVY A LAKY HOSTIVÁŘ	30	20	
					60	40	
					120	50	

\* Průměrná tloušťka nátěru na odstraňovací straně (z Tab. 11) [μm]












Tab. 19 - pokračování

Tabulka hodnotící míru odstranění nátěru u vzorků ponechaných v provozních podmínkách							
Vzorek	Nátěrový systém	Tl. nátěru*		Odstraňovač	Doba působení [min]	Míra odstranění nátěru [%]	Foto
		Povrch					
25	Hempadur Zinc 17360	otryskaný	66,96	Odstraňovač starých nátěrů – razantní MAX COLOR (ve spreji)	30	5	
					60	5	
					120	5	
26	Hempadur Zinc 17360	otryskaný	52,46	Odstraňovač starých náterov Extra COLOR COMPANY	30	5	
					60	5	
					120	10	
27	Hempadur Zinc 17360	otryskaný	70,96	Odstraňovač starých nátěrů Extra BARVY A LAKY HOSTIVÁŘ	30	10	
					60	20	
					120	25	

\* Průměrná tloušťka nátěru na odstraňovací straně (z Tab. 11) [ $\mu\text{m}$ ]

Tab. 19 - pokračování

Tabulka hodnotící míru odstranění nátěru u vzorků ponechaných v provozních podmínkách							
Vzorek	Nátěrový systém	Tl. nátěru*		Odstraňovač	Doba působení [min]	Míra odstranění nátěru [%]	Foto
		Povrch					
31	Hempadur Zinc 17360	neotryskaný	68,88	Odstraňovač starých nátěrů – razantní MAX COLOR (ve spreji)	30	5	
					60	5	
					120	5	
32	Hempadur Zinc 17360	neotryskaný	87,64	Odstraňovač starých náterov Extra COLOR COMPANY	30	20	
					60	40	
					120	55	
33	Hempadur Zinc 17360	neotryskaný	100,72	Odstraňovač starých nátěrů Extra BARVY A LAKY HOSTIVÁŘ	30	40	
					60	50	
					120	80	

\* Průměrná tloušťka nátěru na odstraňovací straně (z Tab. 11) [ $\mu\text{m}$ ]



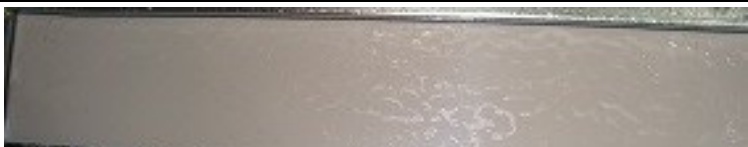

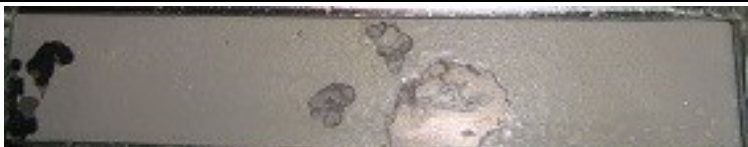




Tab. 19 - pokračování

Tabulka hodnotící míru odstranění nátěru u vzorků ponechaných v provozních podmínkách									
Vzorek	Nátěrový systém	Povrch	Tl. nátěru*	Odstraňovač	Doba působení [min]	Míra odstranění nátěru [%]	Foto		
37	Hempel's Galvosil S 15840 (základní nátěr) a Hempaxane Classic 55000 (vrchní nátěr)	otryskaný	348,4	Odstraňovač starých nátěrů – razantní MAX COLOR (ve spreji)	30	0			
					60	0			
					120	5			
38	Hempel's Galvosil S 15840 (základní nátěr) a Hempaxane Classic 55000 (vrchní nátěr)	otryskaný	349,2	Odstraňovač starých nátěrů Extra COLOR COMPANY	30	0			
					60	0			
					120	10			
39	Hempel's Galvosil S 15840 (základní nátěr) a Hempaxane Classic 55000 (vrchní nátěr)	otryskaný	372,4	Odstraňovač starých nátěrů Extra BARVY A LAKY HOSTIVÁŘ	30	0			
					60	5			
					120	10			

\* Průměrná tloušťka nátěru na odstraňovací straně (z Tab. 11) [ $\mu\text{m}$ ]



Tab. 19 - pokračování

Tabulka hodnotící míru odstranění nátěru u vzorků ponechaných v provozních podmínkách						
Vzorek	Nátěrový systém	Povrch	Odstraňovač	Doba působení [min]	Míra odstranění nátěru [%]	Foto
		Tl. nátěru*				
43	Hempel's Galvosil S 15840 (základní nátěr) a Hempaxane Classic 55000 (vrchní nátěr)	neotryskaný	Odstraňovač starých nátěrů – razantní MAX COLOR (ve spreji)	30	0	
				60	0	
				120	0	
44	Hempel's Galvosil S 15840 (základní nátěr) a Hempaxane Classic 55000 (vrchní nátěr)	neotryskaný	Odstraňovač starých nátěrů Extra COLOR COMPANY	30	20	
				60	30	
				120	25	
45	Hempel's Galvosil S 15840 (základní nátěr) a Hempaxane Classic 55000 (vrchní nátěr)	neotryskaný	Odstraňovač starých nátěrů Extra BARVY A LAKY HOSTIVÁŘ	30	5	
				60	5	
				120	10	

\* Průměrná tloušťka nátěru na odstraňovací straně (z Tab. 11) [μm]

### 6.12.2. Hodnocení míry odstranění nátěru po simulaci působení prostředí v solné mlze po dobu 6 h

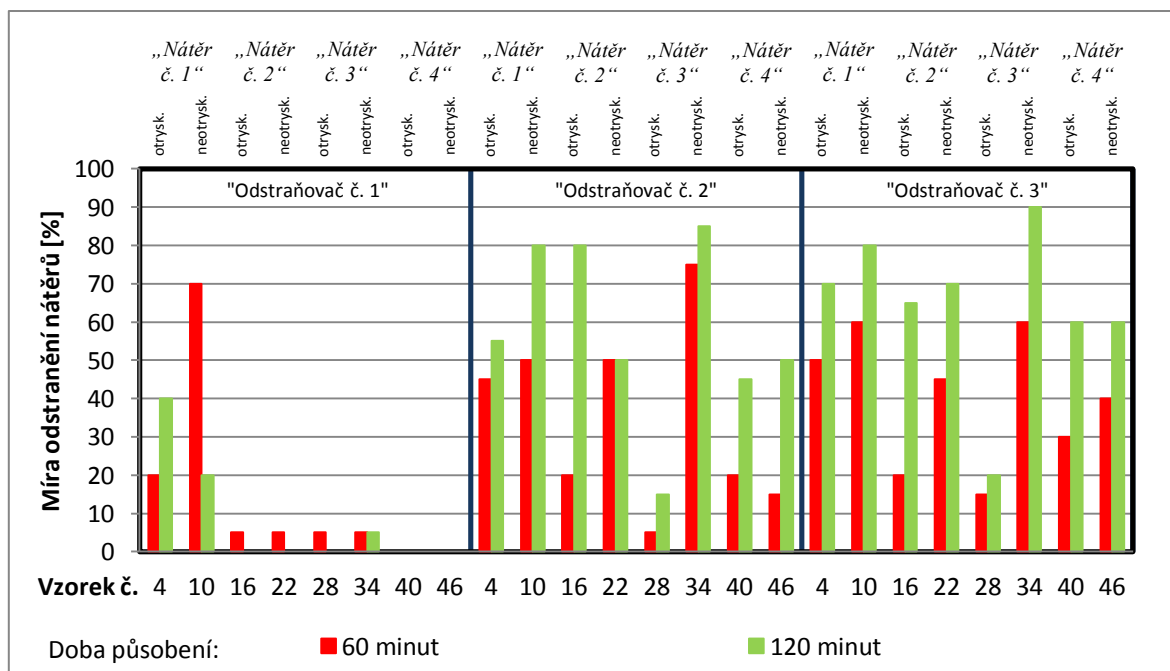
Bylo provedeno chemické odstranění nátěru výše uvedeným způsobem na vzorcích, které byly vystaveny působení solné mlhy po dobu 6 h. Následně byla zhodnocena míra odstranění nátěru. Výsledky jsou uvedeny v Tab. 20 a v grafu na obr. 33.

U odstraňovače starých nátěrů – razantního MAX COLOR (ve spreji) „Odstraňovač č. 1“ bylo dosaženo nejlepšího výsledku u „Nátěru č. 1“ neotryskaného. Zároveň díky sprejové konzistenci, vykazuje odstraňovač lepších výsledků při kratší době působení – tj. při 60 min.

Odstraňovač starých nátěrů Extra COLOR COMPANY „Odstraňovač č. 2“ dosáhl výrazně lepších výsledků než „Odstraňovač č. 1“. Díky koroznímu napadení je odstranění nátěru markantnější opět u neotryskaných vzorků s delší dobou působení.







Odstraňovač starých nátěrů Extra BARVY A LAKY HOSTIVAŘ „Odstraňovač č. 3“ vykazuje lepší hodnoty odstranění nátěrů než „Odstraňovač č. 2“. Výrazně lepší výsledky jsou opět při delší době působení.

Působení korozního prostředí C5 už jen po 6 h simulace napomohlo k lepšímu odstranění nátěrů.



Obr. 33 Míra odstranění nátěru na vzorcích ponechaných v solné mlze po dobu 6 h







**Tab. 20** Tabulka hodnotící míru odstranění nátěru na odstraňovací straně vzorků ponechaných v solné mlze po dobu 6 h

Vzorek		4		
Nátěrový systém		Hempel's Uni-primer 13140		
Tl. nátěru*		105,84	Povrch	otryskaný
Odstraňovač	Doba působení [min]	Míra odstranění nátěru [%]	Foto	
Odstraňovač starých nátěrů – razantní MAX COLOR (ve spreji)	60	20		
	120	40		
Odstraňovač starých náterov Extra COLOR COMPANY	60	45		
	120	55		
Odstraňovač starých nátěrů Extra BARVY A LAKY HOSTIVÁŘ	60	50		
	120	70		

\* Průměrná tloušťka nátěru na odstraňovací straně (z Tab. 12) [μm]









Tab. 20 - pokračování

Tabulka hodnotící míru odstranění nátěru u vzorků ponechaných v solné mlze po dobu 6 h				
Vzorek		10		
Nátěrový systém		Hempel's Uni-primer 13140		
Tl. nátěru*		115,1	Povrch	neotryskaný
Odstraňovač	Doba působení [min]	Míra odstranění nátěru [%]	Foto	
Odstraňovač starých nátěrů – razantní MAX COLOR (ve spreji)	60	70		
	120	20		
Odstraňovač starých náterov Extra COLOR COMPANY	60	50		
	120	80		
Odstraňovač starých nátěrů Extra BARVY ALAKY HOSTIVÁŘ	60	60		
	120	80		







\* Průměrná tloušťka nátěru na odstraňovací straně (z Tab. 12) [μm]

Tab. 20 - pokračování

Tabulka hodnotící míru odstranění nátěru u vzorků ponechaných v solné mlze po dobu 6 h				
Vzorek		16		
Nátěrový systém		Hempadur Mastic 45880		
Tl. nátěru*		242,2	Povrch	otryskaný
Odstraňovač	Doba působení [min]	Míra odstranění nátěru [%]	Foto	
Odstraňovač starých nátěrů – razantní MAX COLOR (ve spreji)	60	5		
	120	0		
Odstraňovač starých nátěrů Extra COLOR COMPANY	60	20		
	120	80		
Odstraňovač starých nátěrů Extra BARVY ALAKY HOSTIVÁŘ	60	20		
	120	65		







\* Průměrná tloušťka nátěru na odstraňovací straně (z Tab. 12) [μm]

Tab. 20 - pokračování

Tabulka hodnotící míru odstranění nátěru u vzorků ponechaných v solné mlze po dobu 6 h				
Vzorek		22		
Nátěrový systém		Hempadur Mastic 45880		
Tl. nátěru*		252	Povrch	neotryskaný
Odstraňovač	Doba působení [min]	Míra odstranění nátěru [%]	Foto	
Odstraňovač starých nátěrů – razantní MAX COLOR (ve spreji)	60	5		
	120	0		
Odstraňovač starých náterov Extra COLOR COMPANY	60	50		
	120	50		
Odstraňovač starých nátěrů Extra BARVY A LAKY HOSTIVÁŘ	60	45		
	120	70		

\* Průměrná tloušťka nátěru na odstraňovací straně (z Tab. 12) [μm]







Tab. 20 - pokračování

Tabulka hodnotící míru odstranění nátěru u vzorků ponechaných v solné mlze po dobu 6 h				
Vzorek		28		
Nátěrový systém		Hempadur Zinc 17360		
Tl. nátěru*		40,1	Povrch	otryskaný
Odstraňovač	Doba působení [min]	Míra odstranění nátěru [%]	Foto	
Odstraňovač starých nátěrů – razantní MAX COLOR (ve spreji)	60	5		
	120	0		
Odstraňovač starých náterov Extra COLOR COMPANY	60	5		
	120	15		
Odstraňovač starých nátěrů Extra BARVY A LAKY HOSTIVÁŘ	60	15		
	120	20		

\* Průměrná tloušťka nátěru na odstraňovací straně (z Tab. 12) [μm]









Tab. 20 - pokračování

Tabulka hodnotící míru odstranění nátěru u vzorků ponechaných v solné mlze po dobu 6 h				
Vzorek		34		
Nátěrový systém		Hempadur Zinc 17360		
Tl. nátěru*		105,32	Povrch	neotryskaný
Odstraňovač	Doba působení [min]	Míra odstranění nátěru [%]	Foto	
Odstraňovač starých nátěrů – razantní MAX COLOR (ve spreji)	60	5		
	120	5		
Odstraňovač starých náterov Extra COLOR COMPANY	60	75		
	120	85		
Odstraňovač starých nátěrů Extra BARVY A LAKY HOSTIVÁŘ	60	60		
	120	90		







\* Průměrná tloušťka nátěru na odstraňovací straně (z Tab. 12) [μm]

Tab. 20 - pokračování

Tabulka hodnotící míru odstranění nátěru u vzorků ponechaných v solné mlze po dobu 6 h				
Vzorek		40		
Nátěrový systém		Hempel's Galvosil S 15840 (základní nátěr) a Hempaxane Classic 55000 (vrchní nátěr)		
Tl. nátěru*		251,4	Povrch	otryskaný
Odstraňovač	Doba působení [min]	Míra odstranění nátěru [%]	Foto	
Odstraňovač starých nátěrů – razantní MAX COLOR (ve spreji)	60	0		
	120	0		
Odstraňovač starých náterov Extra COLOR COMPANY	60	20		
	120	45		
Odstraňovač starých nátěrů Extra BARVY A LAKY HOSTIVÁŘ	60	30		
	120	60		

\* Průměrná tloušťka nátěru na odstraňovací straně (z Tab. 12) [μm]

Tab. 20 - pokračování

Tabulka hodnotící míru odstranění nátěru u vzorků ponechaných v solné mlze po dobu 6 h				
Vzorek		46		
Nátěrový systém		Hempel's Galvosil S 15840 (základní nátěr) a Hempaxane Classic 55000 (vrchní nátěr)		
Tl. nátěru*		240,8	Povrch	neotryskaný
Odstraňovač	Doba působení [min]	Míra odstranění nátěru [%]	Foto	
Odstraňovač starých nátěrů – razantní MAX COLOR (ve spreji)	60	0		
	120	0		
Odstraňovač starých náterov Extra COLOR COMPANY	60	15		
	120	50		
Odstraňovač starých nátěrů Extra BARVY A LAKY HOSTIVÁŘ	60	40		
	120	60		

\* Průměrná tloušťka nátěru na odstraňovací straně (z Tab. 12) [μm]

### 6.12.3. Hodnocení míry odstranění nátěru po simulaci působení prostředí v solné mlze po dobu 360 h

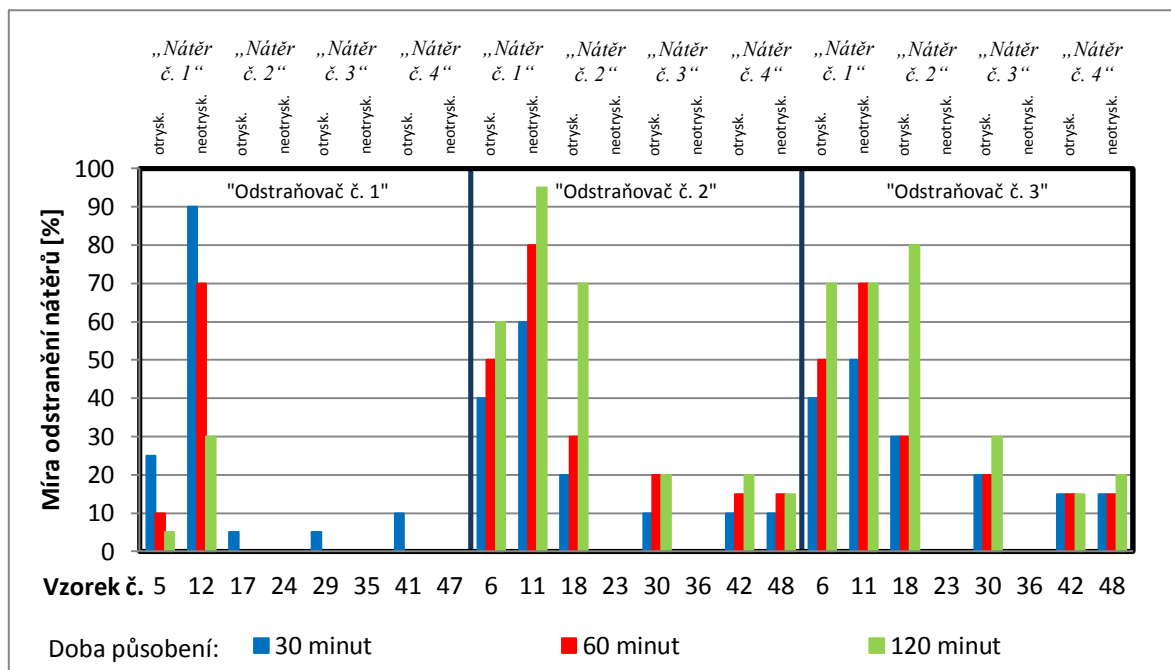
Bylo provedeno chemické odstranění nátěru výše uvedeným způsobem na vzorcích, které byly vystaveny působení solné mlhy po dobu 360 h. Následně byla zhodnocena míra odstranění nátěru. Výsledky jsou uvedeny v Tab. 21 a v grafu na obr. 34.

U odstraňovače starých nátěrů – razantního MAX COLOR (ve spreji) „Odstraňovač č. 1“ bylo dosaženo nejlepšího výsledku u „Nátěru č. 1“ neotryskaného. Zároveň díky sprejové konzistenci, vykazuje odstraňovač nejlepších výsledků při nejkratší době působení – tj. při 30 min, kdy u ostatních nátěrových systémů došlo alespoň k malému narušení nátěru.

Odstraňovač starých nátěrů Extra COLOR COMPANY „Odstraňovač č. 2“ dosáhl výrazně lepších výsledků než „Odstraňovač č. 1“. Odstranění nátěru je markantnější při delší době působení.

Odstraňovač starých nátěrů Extra BARVY A LAKY HOSTIVAŘ „Odstraňovač č. 3“ vykazuje lepší hodnoty odstranění nátěrů při delší době působení na neotryskaných površích.


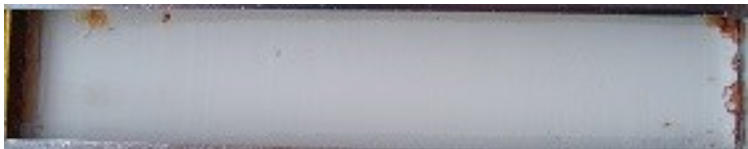






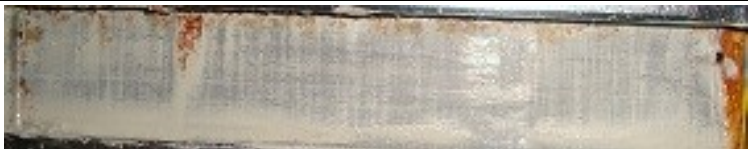
Díky působení korozního prostředí C5 nebylo provedeno odstranění nátěru u vzorků č. 23, 35 a 36. Tyto vzorky byly neotryskané.



Obr. 34 Míra odstranění nátěru na vzorcích ponechaných v solné mlze po dobu 360 h












**Tab. 21 Tabulka hodnotící míru odstranění nátěru na odstraňovací straně vzorků ponechaných v solné mlze po dobu 360 h**

Vzorek	Nátěrový systém	Tl. nátěru*		Odstraňovač	Doba působení [min]	Míra odstranění nátěru [%]	Foto
		Povrch	Tl. nátěru*				
5	Hempel's Uni-primer 13140	otryskaný	135	Odstraňovač starých nátěrů – razantní MAX COLOR (ve spreji)	30	25	
					60	10	
					120	5	
6	Hempel's Uni-primer 13140	otryskaný	125,8	Odstraňovač starých nátěrů Extra COLOR COMPANY	30	40	
					60	50	
					120	60	
6	Hempel's Uni-primer 13140	otryskaný	125,8	Odstraňovač starých nátěrů Extra BARVY A LAKY HOSTIVÁŘ	30	40	
					60	50	
					120	70	



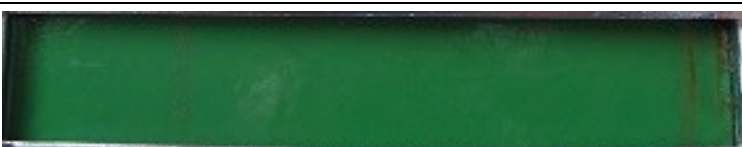






\* Průměrná tloušťka nátěru na odstraňovací straně (z Tab. 13) [μm]

Tab. 21 - pokračování

Tabulka hodnotící míru odstranění nátěru u vzorků ponechaných v solné mlze po dobu 360 h						
Vzorek	Nátěrový systém	Povrch	Odstraňovač	Doba působení [min]	Míra odstranění nátěru [%]	Foto
		Tl. nátěru*				
11	Hempel's Uni-primer 13140	121,4	Odstraňovač starých nátěrů Extra COLOR COMPANY	30	60	
		neotryskaný		60	80	
				120	95	
11	Hempel's Uni-primer 13140	121,4	Odstraňovač starých nátěrů Extra BARVY A LAKY HOSTIVÁŘ	30	50	
		neotryskaný		60	70	
				120	70	
12	Hempel's Uni-primer 13140	125,2	Odstraňovač starých nátěrů – razantní MAX COLOR (ve spreji)	30	90	
		neotryskaný		60	70	
				120	30	

\* Průměrná tloušťka nátěru na odstraňovací straně (z Tab. 13) [μm]


Tab. 21 - pokračování

Tabulka hodnotící míru odstranění nátěru u vzorků ponechaných v solné mlze po dobu 360 h							
Vzorek	Nátěrový systém	Tl. nátěru*		Odstraňovač	Doba působení [min]	Míra odstranění nátěru [%]	Foto
		Povrch					
17	Hempadur Mastic 45880	otryskaný	196	Odstraňovač starých nátěrů – razantní MAX COLOR (ve spreji)	30	5	
					60	0	
					120	0	
18	Hempadur Mastic 45880	otryskaný	181,8	Odstraňovač starých nátěrů Extra COLOR COMPANY	30	20	
					60	30	
					120	70	
18	Hempadur Mastic 45880	otryskaný	181,8	Odstraňovač starých nátěrů Extra BARVY A LAKY HOSTIVÁŘ	30	30	
					60	30	
					120	80	

\* Průměrná tloušťka nátěru na odstraňovací straně (z Tab. 13) [μm]





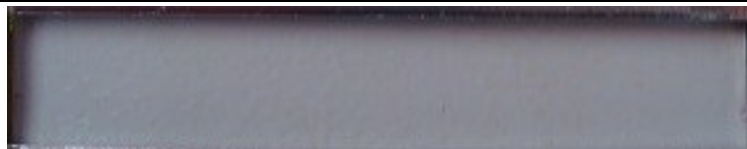






Tab. 21 - pokračování

Tabulka hodnotící míru odstranění nátěru u vzorků ponechaných v solné mlze po dobu 360 h							
Vzorek	Nátěrový systém	Tl. nátěru*		Odstraňovač	Doba působení [min]	Míra odstranění nátěru [%]	Foto
		Povrch					
24	Hempadur Mastic 45880	neotryskaný	224,8	Odstraňovač starých nátěrů – razantní MAX COLOR (ve spreji)	30	0	
					60	0	
					120	0	
29	Hempadur Zinc 17360	otryskaný	100,7	Odstraňovač starých nátěrů – razantní MAX COLOR (ve spreji)	30	5	
					60	0	
					120	0	
30	Hempadur Zinc 17360	otryskaný	111,2	Odstraňovač starých náterov Extra COLOR COMPANY	30	10	
					60	20	
					120	20	

\* Průměrná tloušťka nátěru na odstraňovací straně (z Tab. 13) [μm]

Tab. 21 - pokračování

Tabulka hodnotící míru odstranění nátěru u vzorků ponechaných v solné mlze po dobu 360 h							
Vzorek	Nátěrový systém	Tl. nátěru*		Odstraňovač	Doba působení [min]	Míra odstranění nátěru [%]	Foto
		Povrch					
30	Hempadur Zinc 17360	otryskaný	111,2	Odstraňovač starých nátěrů Extra BARVY A LAKY HOSTIVAR	30	20	
					60	20	
					120	30	
41	Hempel's Galvosil S 15840 (základní nátěr) a Hempaxane Classic 55000 (vrchní nátěr)	otryskaný	313,8	Odstraňovač starých nátěrů – razantní MAX COLOR (ve spreji)	30	10	
					60	0	
					120	0	
42	Hempel's Galvosil S 15840 (základní nátěr) a Hempaxane Classic 55000 (vrchní nátěr)	otryskaný	360,2	Odstraňovač starých nátěrů Extra COLOR COMPANY	30	10	
					60	15	
					120	20	

\* Průměrná tloušťka nátěru na odstraňovací straně (z Tab. 13) [μm]




Tab. 21 - pokračování

Tabulka hodnotící míru odstranění nátěru u vzorků ponechaných v solné mlze po dobu 360 h						
Vzorek	Nátěrový systém	Povrch	Odstraňovač	Doba působení [min]	Míra odstranění nátěru [%]	Foto
		Tl. nátěru*				
42	Hempel's Galvosil S 15840 (základní nátěr) a Hempaxane Classic 55000 (vrchní nátěr)	otryskaný	Odstraňovač starých nátěrů Extra BARVY A LAKY HOSTIVAR		15	
					15	
					15	
47	Hempel's Galvosil S 15840 (základní nátěr) a Hempaxane Classic 55000 (vrchní nátěr)	neotryskaný	Odstraňovač starých nátěrů – razantní MAX COLOR (ve spreji)	30	0	
				60	0	
				120	0	
48	Hempel's Galvosil S 15840 (základní nátěr) a Hempaxane Classic 55000 (vrchní nátěr)	neotryskaný	Odstraňovač starých nátěrů Extra COLOR COMPANY	30	10	
				60	15	
				120	15	

\* Průměrná tloušťka nátěru na odstraňovací straně (z Tab. 13) [μm]



Tab. 21 - pokračování

Tabulka hodnotící míru odstranění nátěru u vzorků ponechaných v solné mlze po dobu 360 h						
Vzorek	Nátěrový systém	tl. nátěru*	Odstraňovač	Doba působení [min]	Míra odstranění nátěru [%]	Foto
		Povrch				
48	Hempels Galvosil S 15840 (základní nátěr) a Hempaxane Classic 55000 (vrchní nátěr)	330,8	Odstraňovač starých nátěrů Extra BARVY A LAKY HOSTIVAR		15	
		neotryskaný			15	
					20	

\* Průměrná tloušťka nátěru na odstraňovací straně (z Tab. 13) [μm]

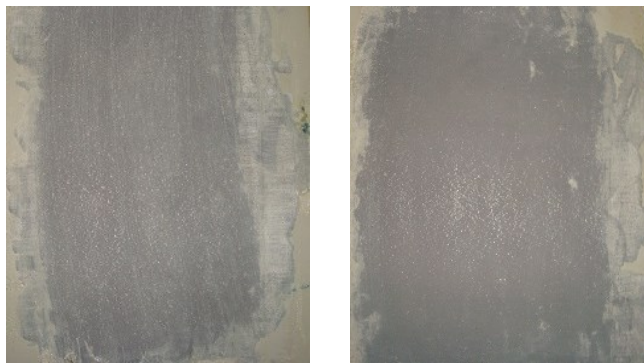
#### 6.12.4. Hodnocení zkoušky úplného odstranění nátěru opakovaným nanesením odstraňovačů na vzorky vystavené působení provozních podmínek výrobního podniku po dobu 1 měsíce

Při používání odstraňovačů nátěrů v provozu nelze jednoznačně normativně určit ani čas potřebný k odstranění nátěru, ani kvalitu tohoto odstranění. Proto byl proveden pokus odstranit nátěr několikanásobným nanesením odstraňovače, a tím projevna snaha odstranit nátěr bez nutnosti jakýchkoli následných úprav.

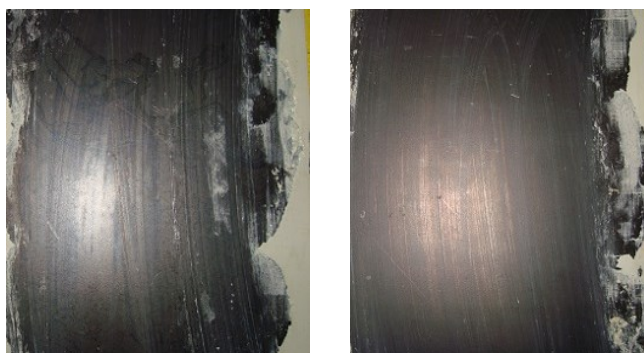
Pro tuto zkoušku byly použity pouze „Odstraňovač č. 2“ a „Odstraňovač č. 3“. Odstraňovače byly neneseny na vybrané vzorky celkem čtyřikrát. Doba působení odstraňovačů byla vždy 120 minut.

„Nátěr č. 1“ se na otryskaném povrchu podařilo oběma odstraňovači odstranit až na podkladový materiál, ale nátěr zůstal ulpělý v pórech po otryskání.

„Nátěr č. 1“ se na neotryskaném povrchu podařilo oběma odstraňovači odstranit až na podkladový materiál, povrch po dočištění textilií namočenou v ředidle byl prost všech zbytků nátěru.

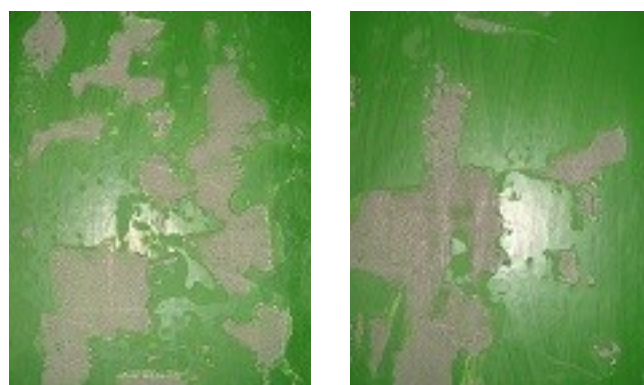


**Obr. 35 Odstranění „nátěru č. 1“ „odstraňovačem č. 2“ (vlevo) a „odstraňovačem č. 3“ (vpravo) na otryskaném povrchu**



**Obr. 36 Odstranění „nátěru č. 1“ „odstraňovačem č. 2“ (vlevo) a „odstraňovačem č. 3“ (vpravo) na neotryskaném povrchu**

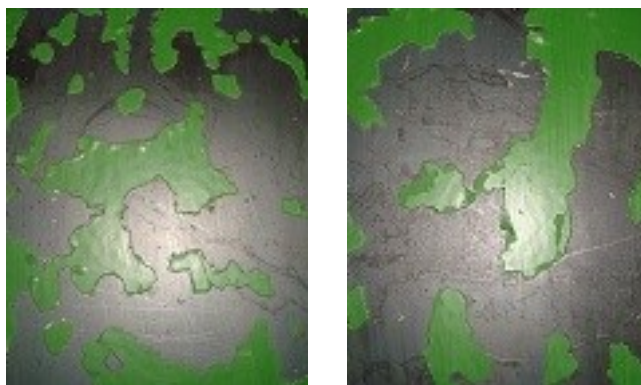
„Nátěr č. 2“ se na otryskaném povrchu nepodařilo ani jedním odstraňovačem odstranit až na podkladový materiál na celé ploše, pro úplné odstranění nátěru je nezbytná následná mechanická úprava povrchu.



**Obr. 37 Odstranění „nátěru č. 2“ „odstraňovačem č. 2“ (vlevo) a „odstraňovačem č. 3“ (vpravo) na otryskaném povrchu**

„Nátěr č. 2“ se na neotryskaném povrchu nepodařilo ani jedním odstraňovačem odstranit až na podkladový materiál na celé ploše, pro úplné odstranění nátěru je nezbytné další nanesení odstraňovače.





**Obr. 38 Odstranění „nátkeru č. 2“ „odstraňovačem č. 2“ (vlevo) a „odstraňovačem č. 3“ (vpravo) na neotryskaném povrchu**

„Nátěr č. 3“ se na otryskaném povrchu nepodařilo ani jedním odstraňovačem vůbec odstranit.



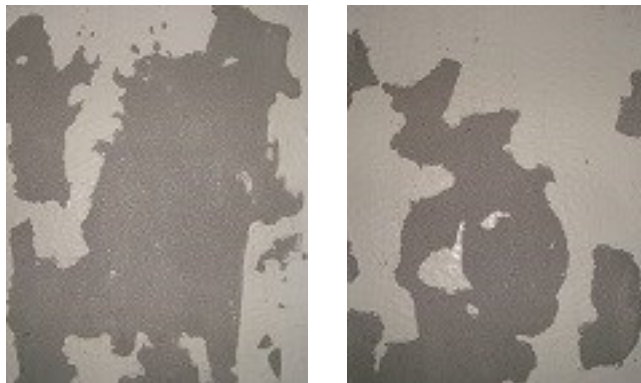
**Obr. 39 Odstranění „nátkeru č. 3“ „odstraňovačem č. 2“ (vlevo) a „odstraňovačem č. 3“ (vpravo) na otryskaném povrchu**

„Nátěr č. 3“ se na neotryskaném povrchu podařilo oběma odstraňovači odstranit až na podkladový materiál, na povrchu ale zůstaly zbytky nátěru, pro úplné odstranění nátěru je nezbytné další nanesení odstraňovače.



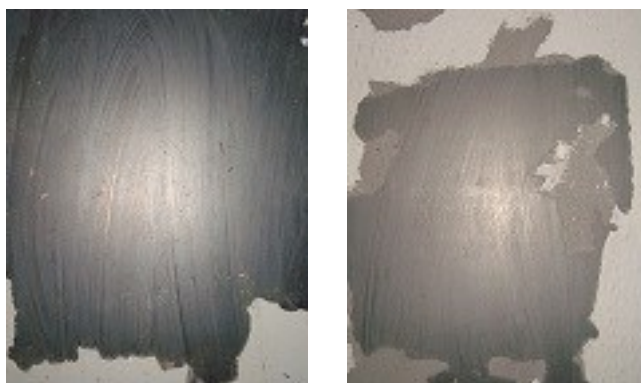
**Obr. 40 Odstranění „nátkeru č. 3“ „odstraňovačem č. 2“ (vlevo) a „odstraňovačem č. 3“ (vpravo) na neotryskaném povrchu**

„Nátěr č. 4“ se na otryskaném povrchu nepodařilo ani jedním odstraňovačem odstranit až na podkladový materiál na celé ploše, pro úplné odstranění nátěru je nezbytná následná mechanická úprava povrchu.



**Obr. 41 Odstranění „nátěru č. 4“ „odstraňovačem č. 2“ (vlevo) a „odstraňovačem č. 3“ (vpravo) na otryskaném povrchu**

„Nátěr č. 4“ se na neotryskaném povrchu podařilo oběma odstraňovači odstranit až na podkladový materiál, pro úplné odstranění nátěru je nezbytné další nanesení odstraňovače.



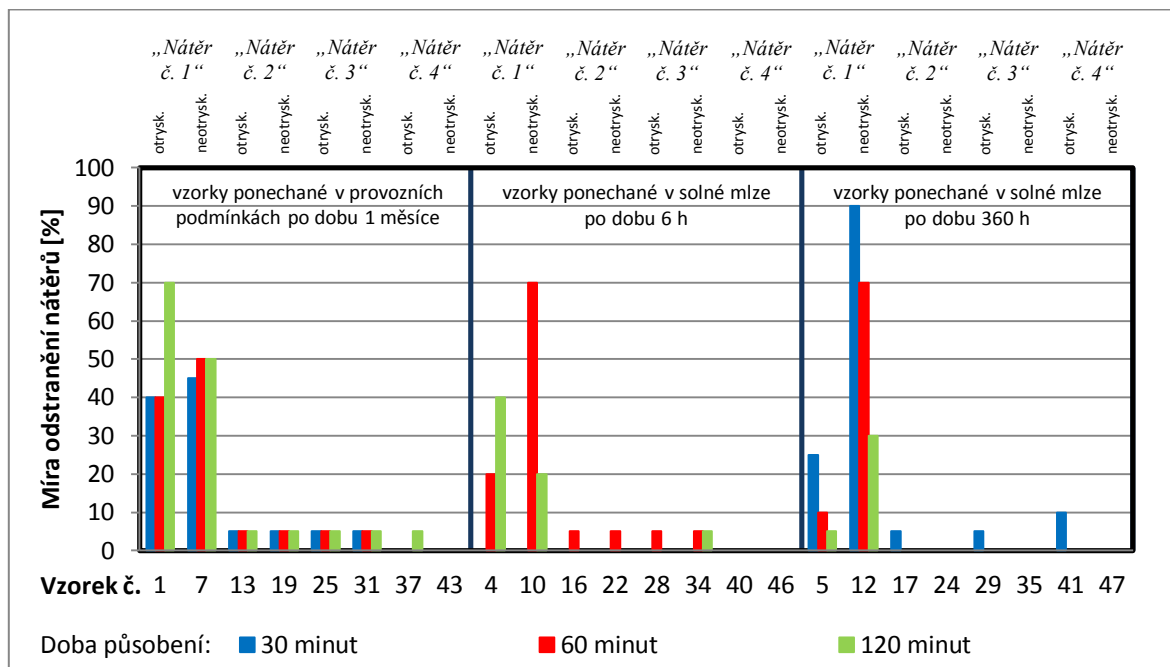
**Obr. 42 Odstranění „nátěru č. 4“ „odstraňovačem č. 2“ (vlevo) a „odstraňovačem č. 3“ (vpravo) na neotryskaném povrchu**

Z uvedených výsledků je patrné, že nelze jednoznačně říci, že i po několikanásobné aplikaci odstraňovačů dojde k úplnému odstranění nátěru. Výsledky odstranění nátěru na neotryskaných površích, kde není vytvořen dostatečný kotvící profil pro nátěr, po několikanásobné aplikaci odstraňovače jsou mnohem lepší, než na otryskaných površích. Toto potvrzuje nutnost vytvoření kotvícího profilu pro kvalitní povrchovou úpravu.

### 6.12.5. Hodnocení odstraňovačů

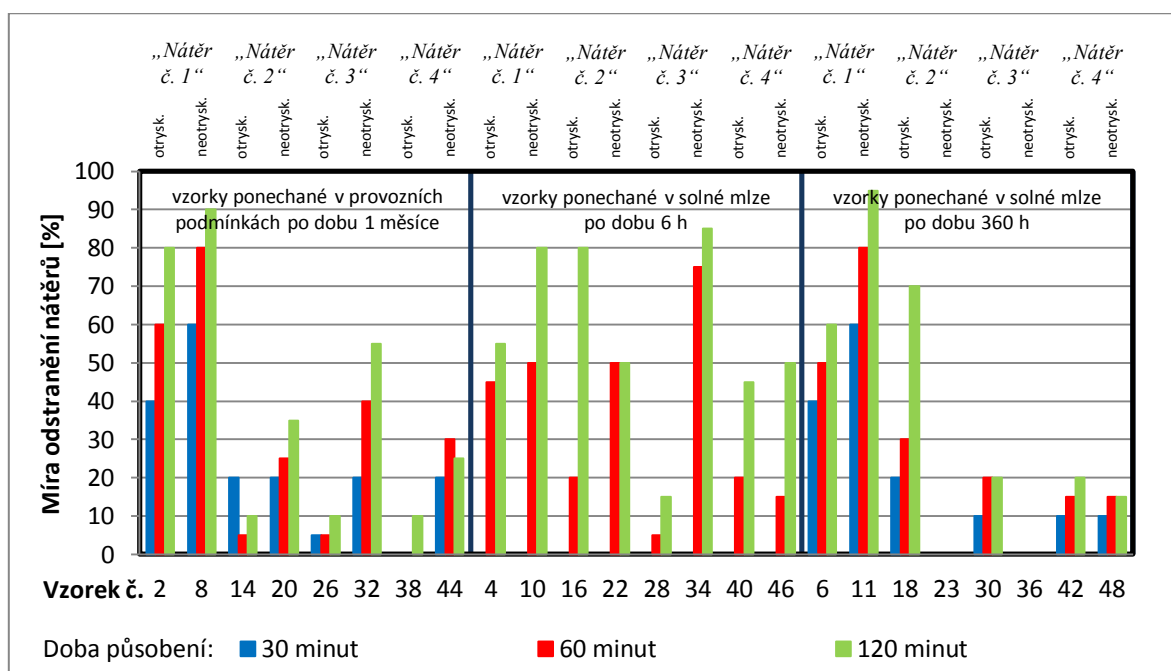
Pro lepší orientaci při celkovém hodnocení byly výsledky sestaveny do grafu pro jednotlivé odstraňovače viz obr. 43 až 45.

Odstraňovač starých nátěrů – razantní MAX COLOR (ve spreji) „*Odstraňovač č. 1*“ byl schopen výrazněji narušit pouze „*Nátěr č. 1*“, u ostatních nátěrových systémů nedošlo k téměř žádnému narušení nátěru. Nejlepších výsledků bylo při použití tohoto odstraňovače dosaženo při nejkratší době působení, což je zapříčiněno vytěkáním rozpouštědlových látek. Tímto odstraňovačem patrně není možné dosáhnout 100 % odstranění nátěru ani při opakovaném nanesení. Z použitých odstraňovačů dosáhl tento nejhorších výsledků.



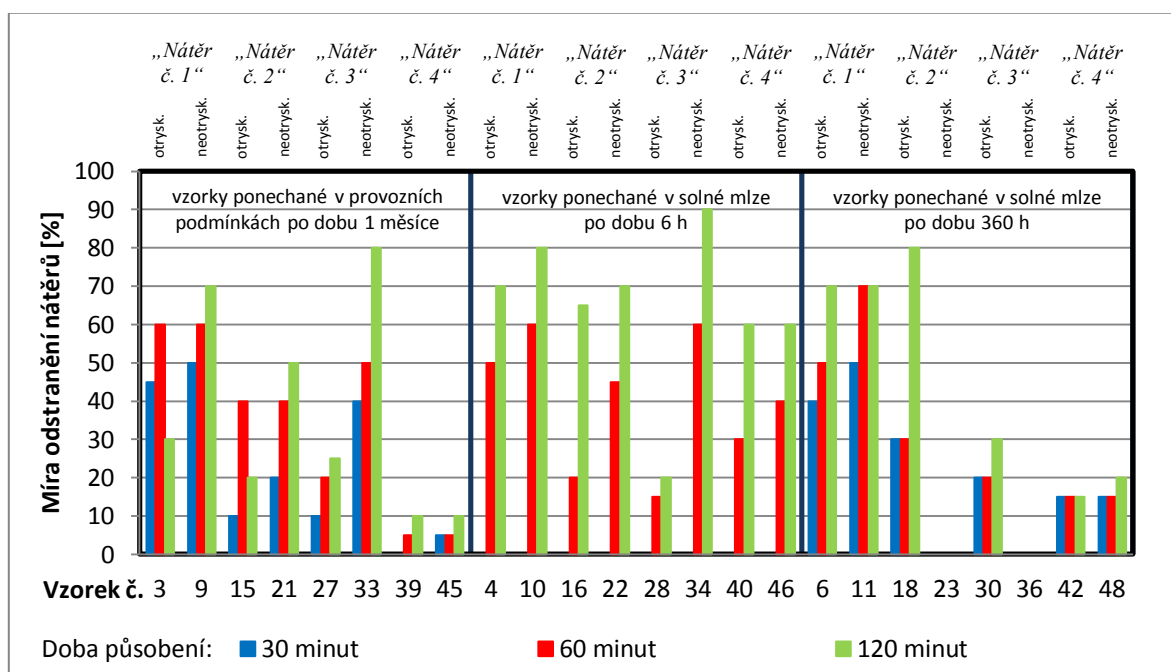
Obr. 43 Míra odstranění nátěrů použitím „*Odstraňovače č. 1*“

U odstraňovače starých nátěrů Extra COLOR COMPANY „*Odstraňovač č. 2*“ bylo dosaženo nejlepších výsledků při nejdelší době působení, což je zapříčiněno jeho gelovou konzistencí. K výraznějšímu výsledku míry odstranění nátěru došlo opět u „*Nátěru č. 1*“, u ostatních nátěrových systémů došlo také k významnému narušení nátěru. Z použitých odstraňovačů dosáhl tento středních výsledků.



Obr. 44 Míra odstranění nátěrů použitím „Odstraňovače č. 2“

Odstraňovač starých nátěrů Extra BARVY A LAKY HOSTIVAŘ „Odstraňovač č. 3“ dosáhl z použitých odstraňovačů nejlepších výsledků. Stejně jako u předchozího odstraňovače, dochází díky gelové konzistenci k lepším výsledkům při nejdelší době působení. K nejlepšímu odstranění nátěru došlo u „Nátěru č. 1“, pro 100 % odstranění stačilo po setření škrabkou povrch vzorku lehce očistit textilií namočenou v ředidle. U ostatních nátěrových systémů došlo k výraznějšímu narušení nátěru než u „Odstraňovače č. 2“.



Obr. 45 Míra odstranění nátěrů použitím „Odstraňovače č. 3“

Na základě zjištěných výsledků lze vyslovit domněnku, že nejlépe by šly odstranit nátěry, které byly vystaveny solné mlze po dobu 6 hodin. O něco hůře byly odstranitelné nátěry ponechané v provozních podmínkách výrobního podniku, nejobtížněji odstranitelné jsou nátěrové systémy „Nátěr č. 3“ a „Nátěr č. 4“ po vystavení solné mlze po dobu 360 hodin.

### **6.13. Praktické využití odstraňovačů**

Zamýšlené použití chemických odstraňovačů je pro odstranění nátěru na vybraném místě pro kontrolní měření, pro opravy místních defektů nebo na místech, kde je potřeba mít součást bez nátěrové hmoty.

Při použití chemických odstraňovačů nátěrů je nutné vybrané místo nejprve olepit páskou, tak aby nemohlo dojít k potřísnění okolí určeného místa. Při aplikaci sprejového odstraňovače dochází k rychlému odpařování VOC látek a je nutné se chránit vhodným respirátorem proti nadměrnému vdechování těchto látek. Gelové odstraňovače se nanášejí pomocí štětce a odpařování VOC látek je pomalejší. U obou způsobů aplikací je nutné se chránit před potřísněním vhodnými ochrannými pracovními rukavicemi a ochranným oděvem, aby nedošlo ke kontaktu odstraňovače s kůží. Při aplikaci je nutné pracovat s odstraňovačem opatrně, aby nedošlo k potřísnění jiných součástí, kovového nábytku, nářadí apod. Po uplynutí doby působení se narušený nátěr setře škrabkou. Se zbytky setřeného nátěru je nutné zacházet jako s nebezpečným odpadem a umístit jej do nádob určených k ekologické likvidaci chemických odpadů. Pro zvýšení efektu odstranění je nutné nanesení odstraňovače několikrát opakovat. Po setření škrabkou je nutné místo upravit kartáčováním nebo broušením pro odstranění všech zbytků nátěru a pro vytvoření přechodové hrany původního nátěru, aby nově nanesený nátěr správně přilnul k původnímu. Povrch se poté musí dočistit a odmastit textilií namočenou v ředidle a odmašťovadle.

Z výše uvedeného postupu vyplývá, že takto lze odstraňovat nátěr pouze na malých plochách (cca 100 cm<sup>2</sup>), na větších plochách je 100% odstranění nátěru tímto způsobem velmi pracné a časově náročné.

#### **6.14. Srovnání mechanického a chemického odstranění nátěru**

Z důvodů uvedených v úvodu této práce je potřeba porovnat náročnost odstranění nátěru mechanickou a chemickou cestou z časového i ekonomického hlediska, včetně vlivu na životní a pracovní prostředí.

##### **6.14.1. Časové hodnocení**

V tryskacím boxu lze za 1 pracovní hodinu tryskáním odstranit 1 m<sup>2</sup> nátěru. Povrch je otryskán na drsnost Sa 2,5 (velmi důkladné otryskávání), po tryskání je čistý, nevyžadující žádné další čištění ani odmaštění. Připočteme-li čas potřebný pro manipulaci, krytování a čekací doby vyjde nám prostojový čas cca 8 až 10 hodin.

Z experimentu, který byl proveden, je odvoditelné, že při odstraňování nátěru chemickým odstraňovačem nátěrů jednak nedojde u každého nátěrového systému a každém typu povrchu ke 100 % odstranění nátěru po jedné ani několikanásobné aplikaci odstraňovače, a také povrch zbavený nátěru touto cestou je nutné přebrousit a odmastit, aby bylo dosaženo potřebné čistoty. Toto vše je poměrně pracné a nehygienické, včetně odstraňování nabobtnalého nátěru škrabkou. Je zřejmé, že odstranění nátěru tímto způsobem by na ploše 1 m<sup>2</sup> zvláště u některých nátěrových systémů nebylo za stejnou dobu vůbec možné.

##### **6.14.2. Ekonomické hodnocení**

Gelové odstraňovače mají vydatnost cca 0,25 kg na 1 m<sup>2</sup> v jedné vrstvě. Pro dokonalé odstranění nátěru by bylo nutné nanést nejméně 4 vrstvy, tzn. 1 kg odstraňovače. Průměrná cena gelových odstraňovačů je 198 Kč za 600 g, tj. 330 Kč/kg. Práce s krytováním, nanášením odstraňovače, seškrabáváním narušeného nátěru, mechanickými úpravami povrchu a očištění a odmaštění 1 m<sup>2</sup> zabere pracovníkovi nejméně 10 hodin. Náklady na pracovníka jsou 115 Kč/hod. Náklady na odstranění nátěru na 1 m<sup>2</sup> tak budou nejméně 1480 Kč.

Náklady za použití otryskávacího boxu jsou 650 Kč/hod. Práce s okrytováním, dopravou a manipulací zabere pracovníkům asi 3 hodiny. Náklady na pracovníka budou tedy asi 345 Kč. Celkem by náklady na odstranění nátěru (bez ohledu na velikost plochy) byly asi 1000 Kč.

V uvedeném zjednodušeném nákladovém rozpočtu nejsou započteny platby za energie, ochranné pracovní pomůcky, aj., ale i přesto je zřejmé, že náklady se pohybují ve srovnatelné výši, pro větší plochy je určitě ekonomicky výhodnější odstranit nátěr mechanicky otryskáním.

#### **6.14.3. Hodnocení vlivu VOC látek**

Odstraňovač starých nátěrů – razantní MAX COLOR (ve spreji) „*Odstraňovač č. 1*“ má obsah VOC látek 0,955 kg/kg. Díky rychlému odpařování VOC látek dosáhl nejhorších výsledků odstraňování a největší vytěkavosti, což je jednoznačně nejvíce negativní ve vztahu k životnímu prostředí a bezpečnosti práce.

Odstraňovač starých náterův Extra COLOR COMPANY „*Odstraňovač č. 2*“ a odstraňovač starých nátěrů Extra BARVY A LAKY HOSTIVAŘ „*Odstraňovač č. 3*“ jsou oba gelové konzistence s obsahem VOC látek 0,97 kg/kg. Díky gelové konzistenci nedochází k příliš velké těkavosti VOC látek přímo do atmosféry, ale je důležité zbytky odstraňovačů správně ekologicky likvidovat.

## ZÁVĚR

Diplomová práce se zabývá tématem odstraňování nátěrů z povrchu ocelového substrátu. Je rozdělena do dvou částí, a to teoretické a praktické. Teoretická část popisuje užívané nátěrové systémy, mechanické a chemické způsoby odstraňování nátěrů. Obsahuje také rozbor VOC látek obsažených v rozpouštědlech a chemických odstraňovačích.

V praktické části byl navržen experiment, který měl za úkol najít alternativní metodu odstraňování nátěru k v současnosti nejpoužívanějšímu mechanickému způsobu odstraňování s ohledem na obsah VOC látek. Pro experiment byly zvoleny vzorky s otryskaným i neotryskaným povrchem. U obou povrchů byla zhodnocena míra čistoty, zaprášenosti, drsnosti, hodnota povrchového napětí a u otryskaného povrchu i hodnota kotvícího profilu. Na vzorky byly nanесeny čtyři nátěrové systémy. Po uplynutí 30 dnů od aplikace nátěrů bylo provedeno měření tloušťek nátěrů, po kterém následovaly destruktivní odtrhové zkoušky přilnavosti nátěru. Část vzorků byla ponechána v provozních podmínkách výrobního podniku a část byla vystavena působení solné mlhy po dobu 6 h a 360 h. Poté byly na vzorky aplikovány tři druhy odstraňovačů nátěrů o různém skupenství a obsahu VOC látek. Dále pak byla zkoumána míra odstranění nátěru pomocí předem navržené hodnotící tabulky. Korozní komora simulovala působení korozního prostředí C5, což mělo za úkol porovnat pracnost odstranění nátěru na začátku a po určité době životnosti nátěru. Výsledné hodnoty míry odstranění jsou uvedeny v přehledných tabulkách a grafech, z nichž nejhorší výsledky měl odstraňovač ve spreji.

Na základě zjištěných výsledků lze jednoznačně říci, že použité odstraňovače nezajistí 100 % odstranění jak nových, tak starých nátěrů.



## PODĚKOVÁNÍ

Rád bych zde poděkoval vedoucí diplomové práce doc. Ing. Jitce Podjuklové, Csc. prof. h. c. a Ing. Lukáši Ertelovi za všechny jejich rady, připomínky a čas, který mi věnovali při zpracovávání mé diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat společnosti VÍTKOVICE HEAVY MACHINERY a. s. za poskytnutí technologií a zázemí pro uskutečnění mé experimentální části v této diplomové práci.

## POUŽITÁ LITERATURA

- [1] MOHYLA, M. *Technologie povrchových úprav kovů*. VŠB – TU Ostrava, 2006. 3. vydání. 156 s. ISBN 80-248-1217-7.
- [2] PODJUKLOVÁ, J. *Speciální technologie povrchových úprav I*. VŠB – TU Ostrava, 1994. 1. vydání. 76 s. ISBN 80-7078-235-8.
- [3] ČSN ISO 8501-1: *Příprava ocelových povrchů před nanesením nátěrových hmot a obdobných výrobků – Vizuální vyhodnocení čistoty povrchu – Část 1: Stupně zarezavění a stupně přípravy ocelového podkladu bez povlaku a ocelového podkladu po úplném odstranění předchozích povlaků*. Praha: Český normalizační institut, 2007.
- [4] ČSN ISO 8502-3: *Příprava ocelových podkladů před nanesením nátěrových hmot a obdobných výrobků – Zkoušky pro hodnocení čistoty povrchu – Část 3: Stanovení prachu na ocelovém povrchu připraveném pro natírání*. Praha: Český normalizační institut, 1996.
- [5] DOMAGALA, T. *Studium kvality odmašťování ocelového substrátu na vlastnosti nátěrového systému*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2014, 72 s. Bakalářská práce, vedoucí práce doc. Ing. J. Podjuklová, Csc, prof. h. c.
- [6] ERTEL, L. *Návrh optimální přípravy povrchu ocelové konstrukce, odlitků a výkovků pro aplikaci ochranného nátěru*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2008, 46 s. Diplomová práce, vedoucí práce doc. Ing. J. Podjuklová, Csc, prof. h. c.
- [7] Barvožrout odstraňovač starých nátěrů 500g. *DROGERIE PeMi* [online]. [cit. 2015-11-19]. Dostupné z: <https://pemi.cz/barvozrout-odstranovac-starych-nateru-500g/p/103316>.
- [8] Kittfort „Barvožrout“ Gel. *Kittfort Praha s.r.o.* [online]. [cit. 2015-11-19]. Dostupné z: [http://www.kittfort.cz/products/pdf\\_download/tech\\_listy/TL\\_CZ\\_Barvozrot.pdf](http://www.kittfort.cz/products/pdf_download/tech_listy/TL_CZ_Barvozrot.pdf).
- [9] Odstraňovač starých nátěrů P8213. *BARVY A LAKY HOSTIVÁŘ a.s.* [online]. [cit. 2015-11-19]. Dostupné z: <http://www.bal.cz/zbozi/1vg-odstranovac-starych-nateru/1q>.

- [10] RŮŽIČKOVÁ, G. Pro kvalitní natírání kovů platí přísná pravidla. *Novinky.cz*. [online]. 25.6.2011 [cit. 2015-11-19].  
Dostupné z: <http://www.novinky.cz/bydleni/jak-na-to/236076-pro-kvalitni-natirani-kovu-plati-prisna-pravidla.html>.
- [11] Odlakování. *ECOPAINT* [online]. [cit. 2015-11-19].  
Dostupné z: <http://www.ecopaint.cz/index.php?str=odlakovani-cz>.
- [12] Chemické odlakování. *ABL-TECHNIC Entlackung GmbH* [online]. [cit. 2015-11-19].  
Dostupné z: <http://www.abl-technik.de/sluzby-cs/management-odlakovani/chemicke-odlakovani>.
- [13] Ultrazvuková čistička – vlastnosti a výběr vhodného typu. *Deramax.cz s.r.o.* [online]. [cit. 2015-11-19].  
Dostupné z: <http://www.deramax.cz/ultrazvukova-cisticka-vlastnosti-a-vyber-vhodneho-typu>.
- [14] Technické údaje. VpCI-432/433. Prostředek na odstraňování barev. *CORTEC Corporation* [online]. [cit. 2015-11-19].  
Dostupné z: [http://www.cortecvci.cz/tech\\_lists/vpci-432-433-odstranovac-bar\\_3p2Uv4s.pdf](http://www.cortecvci.cz/tech_lists/vpci-432-433-odstranovac-bar_3p2Uv4s.pdf).
- [15] Práškové barvy. *CHEDO, spol. s r.o.* [online]. [cit. 2016-04-04].  
Dostupné z: <http://www.chedo.cz/kat/Praskove-barvy-91/>
- [16] Technologie tryskání. *SPOLMONT s.r.o.* [online]. [cit. 2014-02-10].  
Dostupné z: <http://www.tryskani.kvalitne.cz/tryskani.php>.
- [17] Oznámení. *BARVY A LAKY HOSTIVÁŘ, a.s.* [online]. [cit. 2016-04-04].  
Dostupné z: <http://www.bal.cz/clanek/hh-oznameni/1p>.
- [18] Odstraňování nátěrů. *OK-COLOR spol. s r.o.* [online]. [cit. 2016-04-04].  
Dostupné z: <http://www.okcolor.cz/technologie/odstranovani-nateru/>.
- [19] Problematika těkavých organických látek v životním prostředí. *Město Neratovice*. [online]. [cit. 2016-04-08].  
Dostupné z: [http://www.neratovice.cz/VismoOnline\\_ActionScripts/File.ashx?id\\_org=10356&id\\_dokumenty=397539](http://www.neratovice.cz/VismoOnline_ActionScripts/File.ashx?id_org=10356&id_dokumenty=397539).

- [20] GRIMMER, J., MÁLEK, M., SANTHOLZER, R. *Organická rozpouštědla*. Praha: SNTL, 1956. 1. vydání. 197 s.
- [21] LUKAVSKÝ, L., BOUŠKA, S., FIALA, V. *Nátěrové hmoty – 2. díl*. Praha: Merkur, 1993. 3. vydání. 351 s. ISBN 80-7032-313-2.
- [21] Odstraňovanie starých náterov z kovov a dreva. *Urob si sám*. [online].  
[cit. 2016-04-10].  
Dostupné z: <http://urobsisam.zoznam.sk/dom/stavebny-material/odstranovanie-starych-naterov-z-kovov-a-dreva>.

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1	Technický list ředidla C6000
Příloha č. 2	Technický list odmašťovadla NO1 STRONG
Příloha č. 3	Údajový list nátěrové hmoty Hempel's Uni-primer 13140
Příloha č. 4	Údajový list nátěrové hmoty Hempadur Mastic 45880
Příloha č. 5	Údajový list nátěrové hmoty Hempadur Zinc 17360
Příloha č. 6	Údajový list nátěrové hmoty Hempel's Galvosil S 15840
Příloha č. 7	Údajový list nátěrové hmoty Hempaxane Classic 55000
Příloha č. 8	Technický list vteřinového lepidla Scotch - Weld MC1500
Příloha č. 9	Bezpečnostní list odstraňovače starých nátěrů MAX COLOR
Příloha č. 10	Bezpečnostní list odstraňovače starých nátěrů COLOR COMPANY
Příloha č. 11	Technická specifikace odstraňovače starých nátěrů COLOR COMPANY
Příloha č. 12	Bezpečnostní list odstraňovače starých nátěrů BARVY A LAKY HOSTIVÁŘ
Příloha č. 13	Katalogový list odstraňovače starých nátěrů BARVY A LAKY HOSTIVÁŘ